

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
ÁREA: RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL**

**PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS PARA O SISTEMA DE COBRANÇA
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO**

WANESSA DUNGA DE ASSIS

CAMPINA GRANDE – PB

2016

WANESSA DUNGA DE ASSIS

**PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS PARA O SISTEMA DE COBRANÇA
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e Ambiental.

Orientadora: Prof.^a Márcia Maria Rios Ribeiro

Co-orientadora: Prof.^a Márcia Maria Guedes Alcoforado de Moraes

CAMPINA GRANDE – PB

2016

WANEISSA DUNGA DE ASSIS

**PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS DO SISTEMA DE COBRANÇA DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO**

Dissertação aprovada em 13 de maio de 2016.

Prof.^a Márcia Maria Rios Ribeiro

*Unidade Acadêmica de Engenharia Civil
Universidade Federal de Campina Grande*
Orientadora

Prof.^a Márcia Maria Guedes Alcoforado de Moraes

*Departamento de Ciências Econômicas
Universidade Federal de Pernambuco*
Co-orientadora

Prof.^a Simone Rosa da Silva

*Escola Politécnica de Pernambuco
Universidade de Pernambuco*
Examinadora Externa

Dr.^a Zédna Mara de Castro Lucena Vieira

*Grupo de Pesquisa em Gestão Integrada de Recursos Hídricos
Superficiais e Subterrâneos
Universidade Federal de Campina Grande*
Examinadora Externa

**CAMPINA GRANDE – PB
2016**

Dedico este trabalho ao meu filho Pedro José e a minha mãe Lúcia por todo estímulo e paciência nessa etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela presença constante em minha vida e pela oportunidade de concretização deste sonho.

À minha família, em especial ao meu filho Pedro e à minha mãe Lúcia, por todo apoio e incentivo para que eu pudesse continuar nessa caminhada.

À minha orientadora, Prof.^a Márcia Maria Rios Ribeiro, pela sua competência, estímulo, orientação e confiança para realização deste trabalho.

À minha co-orientadora, Prof.^a Márcia Maria Guedes Alcoforado de Moraes, pelos valiosos conselhos e sugestões.

Aos membros da banca examinadora pela dedicação de seu tempo na contribuição deste trabalho.

A todos os professores, funcionários e colegas do Laboratório de Hidráulica I. Especialmente aos que compartilharam dia-a-dia os mais diversos momentos na sala dos pesquisadores, aos quais chamo simplesmente de amigos: Cibelle; Guilherme; Matheus; Miquéias; Tereza e Yáscara.

Ao Projeto CNPq/CT-Hidro “Sistema de Apoio a Decisão Hidro-Econômico para usos múltiplos da Água no Sub-Médio do São Francisco” pela oportunidade de contribuir com os estudos desenvolvidos com este trabalho.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a elaboração deste estudo.

Muito Obrigada!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores cobrados e arrecadados em rios de domínio da União.....	33
Tabela 2 – PPU na estrutura inicial do sistema de cobrança da BHPS.	35
Tabela 3 – Sistema de cobrança da BHPS (2007-2014).	35
Tabela 4 – Novos coeficientes da BHPS em vigência desde 2015.....	36
Tabela 5 – Sistema de cobrança das BHPCJ implementado para início em 2006. ...	37
Tabela 6 – Coeficientes das BHPCJ (2008-jul/2014)	38
Tabela 7 – PUB da BHPCJ (2014-2016).	38
Tabela 8 – PPU da BH-Doce (2011-2015).....	39
Tabela 9 – Estados componentes da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco.....	40
Tabela 10 – Regiões Hidrográficas da BHSF	42
Tabela 11 – PPU adotados pelo sistema de cobrança da BHSF.....	47
Tabela 12 – Usuários com uso da água para irrigação.....	50
Tabela 13 – Usuários com uso da água para saneamento.....	50
Tabela 14 – Usuários com uso da água para indústria.	50
Tabela 15 – Usuário com uso da água para transposição.....	51
Tabela 16 – Variações mensais do IPCA 2010-2014.	56
Tabela 17 – Projeção da variação do IPCA 2010-2014.....	56
Tabela 18 – Primeira hipótese de ajuste dos PPU's.	57
Tabela 19 – Segunda hipótese de ajuste dos PPU's.	57
Tabela 20 – Coeficiente de Aglomeração - K_{Ag}	59
Tabela 21 – Simulação para os usuários com uso da água para irrigação.....	63
Tabela 22 – Simulação para os usuários com uso da água para saneamento.....	64
Tabela 23 – Simulação para os usuários com uso da água para indústria.....	65
Tabela 24 – Simulação para os usuários com uso da água para alocação externa. 65	
Tabela 25 – Montante acumulado.....	66
Tabela 26 – Simulação para usuários com uso para irrigação.	68
Tabela 27 – Simulação para usuários com uso da água para saneamento.	69
Tabela 28 – Simulação para usuários com uso para indústria.....	70
Tabela 29 – Simulação para usuário com uso para alocação externa.....	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Instrumentos de Gestão Ambiental.....	21
Quadro 2 – Competências dos entes do SINGREH mediante a cobrança.....	28
Quadro 3 – Equações do sistema de cobrança da BHSF.	46
Quadro 4 – Valores dos coeficientes do sistema de cobrança da BHSF.	48
Quadro 5 – Coeficiente de consumo da irrigação.....	55
Quadro 6 – Coeficiente de Captação - K_{Cap}	58
Quadro 7 – Coeficiente de Consumo - K_{Cons}	60
Quadro 8 – Coeficiente de Lançamento – $K_{Lanç}$	60
Quadro 9 – Coeficiente Total – K_{Total}	61
Quadro 10 – Coeficiente de Alocação Externa - $K_{Aloc Ext}$	62
Quadro 11 – Melhorias simuladas.	67
Quadro 12 – Descrição das simulações do usuário de Irrigação.....	88
Quadro 13 – Descrição das simulações dos usuários de Indústria e Saneamento ..	89
Quadro 14 – Descrição das simulações do usuário de Alocação Externa.	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Não-rivalidade e Não-exclusão dos recursos hídricos.....	24
Figura 2 – Processo para aprovação do sistema de cobrança.....	30
Figura 3 – Situação da cobrança pelo uso da água no Brasil.	32
Figura 4 – Regiões Hidrográficas da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco.	41
Figura 5 – Outorgas da ANA na Região Hidrográfica do Submédio SF	43

LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional das Águas

BH-Doce – Bacia Hidrográfica do rio Doce

BHPCJ – Bacia Hidrográfica do rio Piracicaba, Capivari e Jundiá

BHPS – Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul

BHSF – Bacia Hidrográfica do rio São Francisco

CAP – Captação

CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica

CBH-Doce – Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Doce

CBH-PCJ – Comitês das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco

CCR – Câmara Consultiva Regional

CEIVAP – Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul

CONS – Consumo

CRH – Conselho de Recursos Hídricos

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

DBO – Demanda Química de Oxigênio

DESO – Companhia de Saneamento do Sergipe

GIRH – Gestão Integrada de Recursos Hídricos

GWP – Global Water Partnership

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPCA – Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo

LANÇ – Lançamento de efluentes

MI – Ministério de Integração Nacional

MMA – Ministério do Meio Ambiente

OECD – Organization for Economic Co-operation and Development

PAP – Plano de Aplicação Plurianual

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

PPP – Princípio do Poluidor-Pagador

PPU – Preço Público Unitário

PUB – Preço Unitário Básico

PUP – Princípio do Usuário-Pagador

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. CONTEXTO DA PESQUISA.....	19
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
3.1 Instrumentos de Gestão Ambiental.....	20
3.2 Instrumentos econômicos.....	23
3.3 Sistemas Administrativos e Sistemas de Mercado.....	26
3.4 Cobrança pelo uso da água no Brasil	27
3.4.1 <i>Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul</i>	<i>34</i>
3.4.2 <i>Bacia Hidrográfica dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.....</i>	<i>37</i>
3.4.2 <i>Bacia Hidrográfica do rio Doce.....</i>	<i>39</i>
4. METODOLOGIA	40
4.1 Caracterização da área de estudo	40
4.1.1 <i>Região Hidrográfica Submédio São Francisco</i>	<i>43</i>
4.1.2 <i>Sistema de Cobrança da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco</i>	<i>44</i>
4.2 Identificação das falhas e dos aspectos passíveis de melhorias.....	49
4.3 Proposta para aperfeiçoamento do sistema de cobrança da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco.....	49
4.4 Modelo de simulação aplicado à Região Hidrográfica do Submédio São Francisco	49
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
5.1 Identificação das falhas e dos aspectos passíveis de melhorias.....	52
5.1.1 <i>Base de cálculo.....</i>	<i>52</i>
5.1.2 <i>Preços Públicos Unitários (PPU).....</i>	<i>53</i>
5.1.3 <i>Coeficientes</i>	<i>53</i>
5.2 Proposta para aperfeiçoamento do sistema de cobrança da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco.....	54
5.2.1 <i>Base de Cálculo</i>	<i>54</i>
5.2.1.1 Equação de Lançamento.....	54
5.2.1.2 Volume Consumido para Irrigação	55
5.2.2 <i>Preços Públicos Unitários</i>	<i>55</i>
5.2.3 <i>Coeficientes</i>	<i>57</i>

5.3 Simulações das melhorias na Região Hidrográfica do Submédio São Francisco	62
5.3.1 Preços Públicos Unitários	62
5.3.2 Estrutura do sistema de cobrança	67
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
APÊNDICES	87

RESUMO

A cobrança pelo uso da água no Brasil foi introduzida pela Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, como um instrumento econômico de gestão dos recursos hídricos brasileiros, com o intuito de induzir os agentes usuários ao uso racional da água. O Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco implementou a cobrança pelo uso da água em julho de 2010, não passando por nenhuma modificação ou melhoria desde então. Este trabalho apresenta uma análise deste sistema de cobrança, com a identificação dos aspectos passíveis de melhoria e a simulação de modificações propostas em usuários reais da Região Hidrográfica do Submédio. Os resultados apontaram que é necessário rever os valores de cobrança adotados atualmente. Os Preços Públicos Unitários (PPU's) apresentam uma defasagem acumulada em torno de 30%, mediante as taxas inflacionárias brasileiras. O caráter quantitativo, qualitativo e de proteção a situações emergenciais atualmente existentes na metodologia de cobrança não se mostram suficientes para garantir a sustentabilidade hídrica do corpo d'água, uma vez que os problemas ambientais persistem e situações de crise ainda são notadas. Aspectos incorporados nas simulações dos valores cobrados tais como: situações de escassez hídrica, prioridade no uso, tratamento dos efluentes e tecnologia de irrigação, dentre outros, revelam-se eficazes ao reduzir/aumentar consideravelmente os valores a serem pagos pelos usuários, podendo assim, induzir ações preventivas e incentivar o uso de tecnologias mais sustentáveis.

Palavras-chave: Instrumentos de Gestão Ambiental; Instrumentos Econômicos; Cobrança pelo uso da água; Bacia Hidrográfica do rio São Francisco.

ABSTRACT

The raw water charge in Brazil was introduced by Law nº. 9.433 of January 8, 1997, as an economic instrument for the management of Brazilian water resources, with goals ranging from the rational use of water to the recognition of its economic value. The São Francisco River Basin (SFRB) has implemented the raw water charge since July 2010. There hasn't been changed or improvement since then. This research presents an analysis of the raw water charge system, identifying the aspects that can be improved. A simulation of the proposed improvements was performed for water users of the Submédio Hydrographic Region. The results showed that it is necessary to review the values currently used in the raw water charge system. The Public Prices Unit (PPU's) are delayed by Brazilian inflation rates, with a cumulative gap of around 30%. Different aspects - quantitative, qualitative and protection to emergency situations - are not sufficient to ensure water sustainability of the river basin, since environmental problems persist and crisis are still noticeable. Some aspects were incorporated in the simulations such as: situations of water scarcity, use priority, treatment of effluent discharged and the irrigation technology, among others. These aspects can be effective to reduce/increase considerably the values to be paid by users and can induce prevention actions and encourage the use of more sustainable technologies.

Keywords: Environmental management instruments; Economic instruments; Raw water charge; São Francisco river basin.

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural renovável e limitado, essencial para a sobrevivência e manutenção da vida no planeta terra, e fundamental para o desenvolvimento social, econômico e ambiental de uma região. No decorrer dos últimos anos, o crescimento populacional, aliado à intensificação do processo de industrialização, tem exercido uma forte pressão sobre os recursos hídricos em todo o mundo, resultando em um aumento progressivo da demanda por água, provocando assim, conflitos em várias regiões, principalmente aquelas que sofrem com estresse hídrico. Contudo, mesmo em regiões com disponibilidade hídrica suficiente para o atendimento das demandas, é possível perceber diversos problemas quanto à qualidade desses recursos, tais como poluição e eutrofização dos corpos d'água.

A disponibilidade dos recursos hídricos é discutida globalmente, existindo um consenso de que estes são bens escassos e dotados de valor econômico. Esta conformidade deve estar presente em todas as etapas do planejamento, seja nos aspectos econômicos, políticos ou sociais, uma vez que os conflitos de interesse com relação ao uso da água evidenciam a necessidade de uma articulação descentralizada, que permita a participação de distintos atores sociais na adoção de uma política de gestão integrada de recursos hídricos mais democrática, fortalecendo, assim, a tomada de decisão e o gerenciamento dos recursos naturais (RIBEIRO, 2008; SCHARDONG, 2011; OLIVEIRA & LUNA, 2013).

A Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (GIRH) foi definida pela Global Water Partnership (GWP) como "um processo que promove a gestão e desenvolvimento coordenado de água, da terra e dos recursos relacionados, a fim de maximizar o bem-estar social e econômico de modo equitativo, sem comprometer a sustentabilidade dos ecossistemas vitais" (GWP, 2015).

O planejamento da GIRH pode proporcionar um melhor aproveitamento, controle e conservação de suas águas. Porém, o maior desafio está em atender as demandas de forma integrada e otimizada para todo o sistema, tendo em vista que a sustentabilidade de um sistema hídrico depende do planejamento integrado, eficiente e racional da alocação das disponibilidades hídricas entre os seus múltiplos

usos, ou seja, um planejamento da demanda, no qual o foco não esteja centralizado apenas no planejamento e gerenciamento da oferta (SANTOS, 2007; CHARNEY, 2011).

Se não forem tomadas medidas adequadas para melhorar a eficiência do uso de água e conservar este recurso escasso, alcançar a sustentabilidade no uso da água se tornará mais difícil (ASSIS, 2013). A gestão dos recursos hídricos, definida por CAP-NET (2008a), corrobora a visão de gestão integrada dada pelo GWP, apresentando-se como um processo capaz de reverter essa situação e garantir a multiplicidade dos usos da água para atendimento das demandas atuais e futuras, ao considerar os interesses sociais, econômicos e ambientais, tomando as decisões de alocação e levando em conta as restrições relevantes e os múltiplos objetivos da sociedade.

Entretanto, o uso de tal abordagem necessita de um sistema de gestão adequado, fortalecido ao longo dos anos. Alguns países enfrentam dificuldades na implementação dessas medidas gerenciais, tendo em vista disporem de uma coordenação política insuficiente ou de complexa organização, que por vezes impossibilitam estratégias a longo prazo. Além do mais, ainda persiste um forte legado orientado para a oferta, demonstrando, assim, a fragilidade dos mecanismos de participação dos entes envolvidos, condição que conflita com os objetivos da GIRH (FOSTER & AIT-KADI, 2012).

Mediante essa problemática, a Constituição Federal Brasileira de 1988 reforçou as questões ambientais, na medida em que tornou a proteção do meio ambiente como um direito e dever do Poder Público e de todos os cidadãos, incluindo os recursos hídricos brasileiros como um bem de domínio público. Dominialidade essa confirmada pela Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, a qual estabeleceu, em seus primeiros fundamentos, que a água é um recurso natural limitado, bem de domínio público e dotado de valor econômico, constituindo-se assim um marco regulatório no planejamento e gestão dos recursos hídricos brasileiros.

A promulgação dessa lei originou, para o cenário brasileiro atual, a perspectiva descentralizada, ao contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades, em uma visão mais sustentável dos recursos hídricos

e tendo a bacia hidrográfica como unidade territorial para a sua implementação. As ações de gestão devem assegurar a adequada alocação dos recursos hídricos, conforme critérios econômicos, de equidade entre os usos (atuais e futuros) e de proteção ao recurso e ao meio ambiente como um todo, além de também promover a redução dos riscos decorrentes da instabilidade dos processos naturais (riscos de inundação, de escassez prolongada de água, de poluição e à saúde), agravados por impactos de atividades antrópicas ou de falhas em sistemas de uso e controle de recursos hídricos (BRASIL, 1997; NASCIMENTO & HELLER, 2004; SANTOS & GUSMÃO, 2013).

Essa mesma lei também instituiu os instrumentos de gestão que devem pautar a gestão integrada e participativa dos recursos hídricos brasileiros. São eles: I - os Planos de Recursos Hídricos; II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos; e, VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos. Dentre os instrumentos apresentados, a cobrança pelo uso da água é o único instrumento econômico previsto em lei, pelo qual todos os usuários sujeitos à outorga podem ser cobrados pela água utilizada.

Essa cobrança, de acordo com o Art. 29 da PNRH, apresenta três objetivos: “I - reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; II - incentivar a racionalização do uso da água; e, III - obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos”. A Resolução CNRH nº 48/2005, no seu artigo 2º, acrescenta dois objetivos aos já estabelecidos pela PNRH: “IV - estimular o investimento em despoluição, reuso, proteção e conservação, bem como a utilização de tecnologias limpas e poupadoras dos recursos hídricos, de acordo como enquadramento dos corpos de águas em classes de usos preponderantes”; e, “V – induzir e estimular a conservação, o manejo integrado, a proteção e a recuperação dos recursos hídricos, com ênfase para as áreas inundáveis e de recarga dos aquíferos, mananciais e matas ciliares, por meio de compensações e incentivos aos usuários”.

A cobrança pelo uso da água deve ser imbuída de um caráter social, associando a implantação desse instrumento às ações dos comitês de bacia,

impedindo, assim, a adoção de posturas meramente arrecadadoras e a comercialização ou mercantilização do recurso hídrico por particulares. No entanto, ainda são perceptíveis desconfiças dos usuários mediante a diversidade de mecanismos existentes e na destinação e transparência dos recursos arrecadados, além de ser vista como mais um imposto (SANTOS, 2012; MMA, 2006; ANA, 2013a).

A principal finalidade consiste em cobrir os custos administrativos do sistema de gestão, auxiliando as ações de gerenciamento existentes e futuras. Entretanto, há dificuldades de natureza metodológica para a geração de resultados confiáveis mediante os métodos atualmente empregados, que não são capazes de internalizar os custos sociais (externalidades negativas) nem de compensar os custos de gestão da Bacia (ARANHA, 2006).

Deste modo, esta pesquisa se justifica pela necessidade de um melhor entendimento e identificação de problemas no sistema de cobrança da bacia, de forma que seja possível o aperfeiçoamento do sistema – trazendo perspectivas que vão além do aspecto arrecadatário, tais como, aspectos ambientais, sociais e econômicos –, fortalecendo-o de modo progressivo, para uma maior aceitação dos usuários, evitando impactos abusivos nos custos de produção, e para uma melhor distinção entre as características de seus usos.

Este trabalho tem como objetivo geral analisar o sistema de cobrança da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco para fins de proposição de melhorias, com aplicações voltadas para a Região Hidrográfica do Submédio São Francisco.

Os objetivos específicos podem ser dessa forma elencados:

- ✓ Identificar os aspectos passíveis de melhoria no sistema de cobrança adotado na área de estudo;
- ✓ Propor ajustes e melhorias no sistema de cobrança;
- ✓ Simular as alterações propostas no mecanismo da cobrança.

2. CONTEXTO DA PESQUISA

Este trabalho está inserido no Projeto CNPq: Chamada MCTI/CNPq nº 35/2013/MCTI/CNPq/CT- Hidro – Gerenciamento de Recursos Hídricos, intitulado como “Sistema de Apoio a Decisão Hidro-Econômico para usos múltiplos da Água no Submédio do São Francisco”.

O projeto objetiva “fornecer subsídios, com o emprego de uma plataforma de modelagem hidro-econômica integrada a modelos de otimização estocásticos de sistemas hidrelétricos, ao processo decisório presente nas políticas públicas de água, incluindo instrumentos de gestão previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos e outros que promovam uma alocação inter e intra-setorialmente equitativa, sustentável e eficiente no sentido econômico. Assim, serão simulados e avaliados os instrumentos de gestão estabelecidos na lei no 9.433/97 de 08.01.1997, que dispõe sobre a Política e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, no que se refere a implementação de um máximo de bem-estar social, bem como na indução de um comportamento dos usuários que leve a eficiência econômica”.

A dissertação compreende parte dos resultados que atendem o objetivo específico de “simular e avaliar os principais instrumentos de gestão utilizados no Brasil para alocação (outorga e cobrança) no que se refere ao alcance do ótimo social, bem como na indução de um comportamento eficiente dos usuários usando a plataforma de modelagem hidro-econômica. Atuais e possíveis metodologias de cobrança a serem utilizadas podem ser avaliadas com respeito ao alcance do ótimo econômico”, inserido na Meta Física 04 – “Avaliar os instrumentos de gestão aplicados e sugeridos para a sub-bacia bem como propor outros existentes na literatura, através de modelos gerados na plataforma obtida, subsidiando a discussão sobre os mesmos”, especificamente na Atividade 1 - Discutir e levantar informações junto com representantes do comitê do São Francisco e da sua agência executiva, sobre os instrumentos de gestão atualmente aplicados na sub-bacia e em que haja interesse por estudo, e Atividade 2 - Estudar e/ ou propor metodologias de aplicação dos instrumentos de gestão existentes e propostos a serem simulados.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Instrumentos de Gestão Ambiental

O risco de escassez de água é causado principalmente por problemas de exploração excessiva, poluição e aumento da demanda. A utilização de obras de engenharia é comumente utilizada para o incremento de oferta de água na tentativa de resolução desses problemas. No entanto, este costume está se tornando menos viável para muitos países, devido às restrições orçamentárias e à insustentabilidade do aumento crescente da oferta do recurso hídrico. Deste modo, os instrumentos de gestão ambiental se apresentam como uma alternativa para a gestão de oferta e da demanda dos recursos hídricos e para a recuperação dos custos envolvidos (DIVACAR *et al.*, 2011; LI, BERESFORD & SONG, 2012; QIN *et al.*, 2012; ZHAO, CAI & WANG, 2012).

Os instrumentos de Gestão Ambiental, no âmbito de uma Política Ambiental, são mecanismos utilizados para viabilizar o alcance dos objetivos para os quais a política foi desenvolvida, de forma a assegurar a proteção dos recursos naturais, maximizar o bem-estar econômico e social de forma equitativa e reduzir as externalidades (BRASIL, 1981; CAP-NET, 2008a; 2008b; YASAMIS, 2011).

Estes instrumentos estão inseridos em dois grupos principais, os instrumentos de comando e controle e os instrumentos econômicos. No entanto, outros instrumentos vêm sendo desenvolvidos com o intuito de complementar os anteriores e promover a divulgação, a informação e a educação dos atores sociais envolvidos, como por exemplo, os instrumentos de construção de consensos sociais (OECD, 2010; XENARIOS & BITHAS, 2012).

Os instrumentos de comando e controle, ou de regulação, consistem na imposição de normas de utilização e fiscalização de um recurso ambiental, definidas na legislação específica, por parte da autoridade ambiental, regulando suas atividades e aplicando sanções e penalidades àqueles que possam comprometer a disponibilidade ou qualidade do recurso ambiental (KNÜPPE, 2011; ANA, 2013a).

Os instrumentos econômicos buscam a racionalização, voluntária ou não, do uso de um recurso ambiental por meio de incentivos ou penalidades econômicas, para a indução de mudança de comportamento e para a geração de receitas. Podem ser usados para corrigir as externalidades, na medida em que incorpora aos custos e benefícios dos agentes econômicos, os efeitos causados pela atividade produtiva, sejam esses efeitos adversos a terceiros, podendo ser compensados (externalidades negativas), sejam a eles favoráveis (externalidades positivas) (CAP-NET, 2008a; SVENFELT, ENGSTRÖM & HÖJER, 2010; FINNEY, 2013) .

Os instrumentos de construção de consensos sociais atuam na ampliação do processo de descentralização do planejamento de políticas ambientais, reduzindo custos financeiros e auxiliando nos conflitos por recursos ambientais (FINNEY, 2013).

O QUADRO 1 apresenta exemplos de instrumentos de gestão ambiental utilizados em políticas ambientais no Brasil e no mundo.

Quadro 1 – Instrumentos de Gestão Ambiental.

Instrumentos de Comando e Controle			
Brasil	Zoneamento Outorga por uso da água Padrões Licenciamento	Mundo	Licenciamento Padrões Zoneamento
Instrumentos Econômicos			
Brasil	Cobrança pelo uso da água Subsídios financeiros Compensação financeira	Mundo	Subsídios financeiros Pagamentos por serviços ambientais Royalties ecológicos Mercado de recursos ambientais Incentivos fiscais Taxação
Instrumentos de construção de consensos sociais			
Brasil	Comitê de bacia hidrográfica	Mundo	Comitê de bacia hidrográfica

Fonte: OECD, 2015.

Uma estrutura regulatória bem definida pode restringir os comportamentos insustentáveis, reduzindo os riscos e aumentando a confiança dos atores sociais envolvidos no processo. Em algumas situações, esses instrumentos podem oferecer soluções de menor custo e com menos desafios políticos, aliados a uma maior facilidade de implantação administrativa. No entanto, a abordagem dos instrumentos de comando e controle requer um grande envolvimento do Estado em ações de monitoramento e fiscalização e deve servir de subsídio para instrumentos complementares que a médio e longo prazo tragam maiores garantias econômicas e sociais (ROGERS, SILVA & BHATIA, 2002; MMA, 2006; PNUMA, 2011).

Dentre esses instrumentos de gestão ambiental estão inseridos os instrumentos de gestão de recursos hídricos que atuam com as mesmas classificações e se destacam como mecanismos jurídico-administrativos que estabelecem as diretrizes básicas para o controle dos recursos hídricos e que objetiva o uso racional da água ao minimizar impactos negativos e contribuir para compatibilizar o seu uso sustentável com o desenvolvimento econômico da região (BRASIL, 1997; CAP-NET, 2008a).

Suas ações visam garantir os padrões de qualidade e quantidade da água dentro da sua unidade de conservação, a bacia hidrográfica e são designadas para regular o uso, o controle e a proteção dos recursos hídricos e proporcionar a recuperação e a preservação da qualidade e quantidade dos recursos das bacias hidrográficas, além de atuar na recuperação e preservação de nascentes, mananciais e cursos d'água em áreas urbanas, mediante a legislação e normas vigentes. Envolvem distintas esferas, nas quais são executadas intervenções que abrangem o desassoreamento; o controle de erosão; a contenção de encostas; o remanejamento ou reassentamento de população; o uso e ocupação do solo para prevenção de mananciais; a implantação de parques para controle de erosão e preservação de mananciais; a recomposição de rede de drenagem e a recomposição de vegetação ciliar (BRASIL, 1997; ANA, 2002).

O entendimento das funcionalidades de cada um desses instrumentos permite a implementação de um processo de gestão estruturado e organizado em uma bacia hidrográfica. Auxiliando na caracterização da situação em que a bacia se encontra e na avaliação de suas necessidades futuras, de forma a suprir as necessidades de um sistema dinâmico para possibilitar aos gestores e aos tomadores de decisão uma

maior flexibilidade na aplicabilidade dos instrumentos de gestão de recursos hídricos (CGEE, 2014; BRASIL, 1997).

3.2 Instrumentos econômicos

A partir da década de 1930, até meados da década de 1980, intensos debates econômicos buscavam solucionar as falhas do mercado, através de ações regulatórias do poder público. Dentre as propostas elaboradas nessa época, destacam-se as propostas de Pigou (1932), Coase (1960), o Princípio Poluidor-Pagador (OECD, 1972) e o Princípio do Usuário-Pagador (OECD, 1987).

Pigou (1932) apresentou uma proposta de incentivos e restrições, por parte do Estado, de forma que, as atividades nas quais os produtos marginais privados fossem maiores que os produtos marginais sociais deveriam ser penalizadas através da aplicação de uma taxa. Em caso contrário, deveriam ser incentivadas por meio de subsídios. Através da utilização e variação dessas taxas (taxas pigouvianas), o Estado poderia reduzir as externalidades e promover uma alocação eficiente de recursos (PIGOU, 1932; SALZMAN, 2005; ROSEMBERG & MADEIRA, 2012).

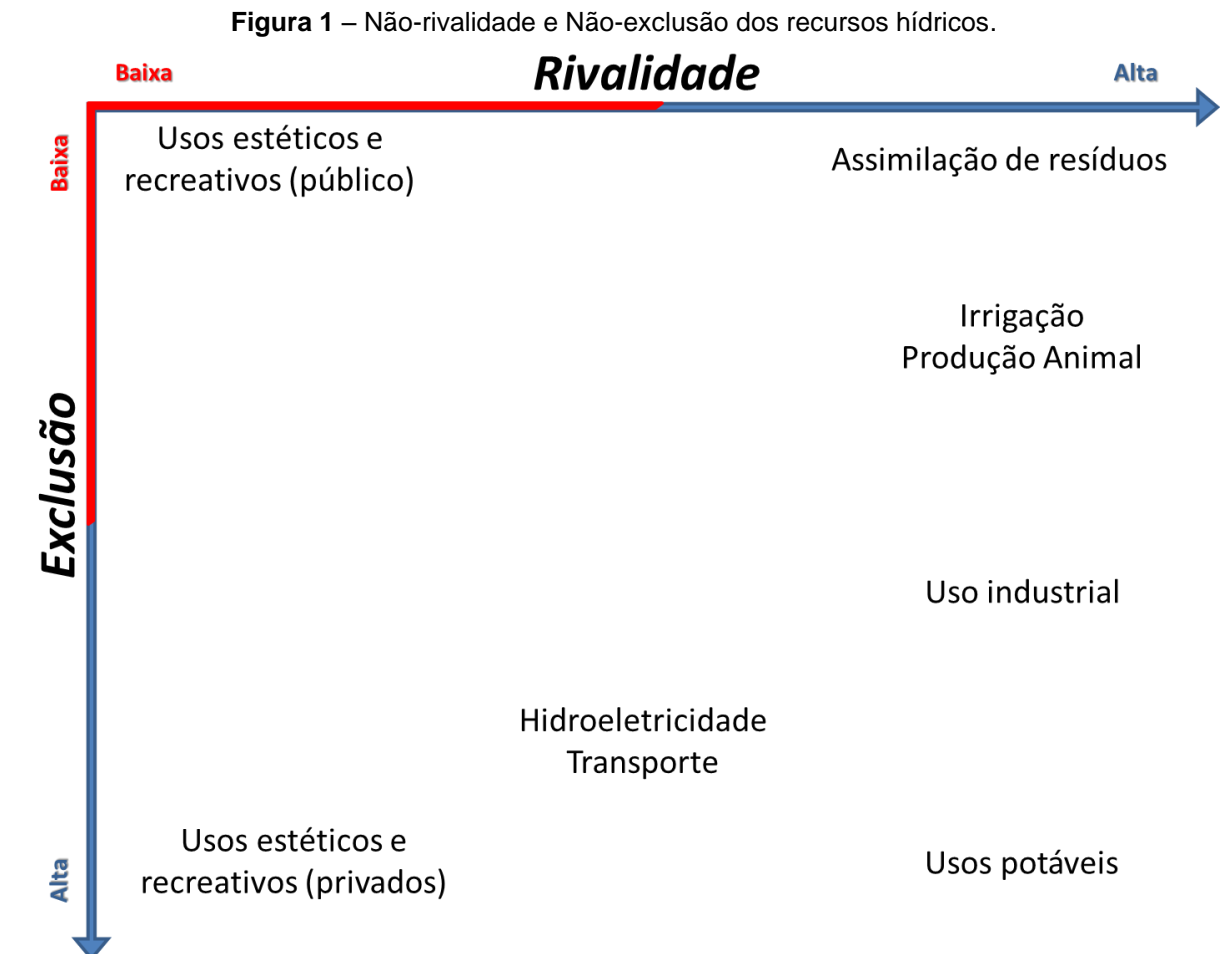
Na proposta de Coase (1960), as externalidades ocorrem devido à inexistência de mercado ou à indefinição dos direitos de propriedade e, portanto, penalizar o gerador da externalidade não é a alternativa mais vantajosa, se contrapondo assim a proposta de Pigou. Uma definição objetiva do mercado e dos direitos de propriedade irá promover a negociação e consequentemente induzir o alcance de uma solução ótima (COASE, 1960; BERTACCHINI, 2008).

Na verdade, o fato dos mercados por si só, sem intervenções, não promoverem uma alocação economicamente eficiente no uso da água se deve às duas principais questões levantadas por Pigou e Coase, a saber: a questão das externalidades e a característica da água de ser um bem público (ou não-privado).

Como bem público, o seu consumo possui duas características: a não-rivalidade e a não-exclusividade em diferentes graus, dependendo do seu uso. Pode-se atribuir a não-rivalidade a um bem público quando este pode ser consumido sem que a quantidade e/ou a qualidade seja reduzida para os demais. Por sua vez,

a atribuição da não-exclusividade a um bem público ocorre pelo fato de não se aplicar o direito de propriedade, ou seja, um indivíduo não pode ser excluído do consumo desse bem (CALLAN & THOMAS, 2012).

Para o caso dos recursos hídricos pode-se observar a FIG. 1, nos quais são demonstrados diferentes graus de não-rivalidade e não-exclusão em distintos tipos de uso da água.



Fonte: Adaptado de CALLAN & THOMAS, 2012.

No PPP, em geral está se analisando mercados de bens, que não sejam o de águas, mas que provocam externalidades nos recursos hídricos ou em outro bem ambiental. Dessa forma, ao se fazer com que o agente poluidor pague pelos custos da poluição que provoca, internaliza-se esses custos nos preços do bem negociado e evita-se que a sociedade em geral arque com os custos dos impactos ambientais provocados pela produção do bem. O PPP pode variar de acordo com diferentes

situações e fornece orientações importantes para a formulação de leis e políticas ambientais (SANDS *et al.*, 2012).

O PUP geralmente é considerado quando o mercado estudado é o da água. Dependendo do uso, há diversos graus de não-rivalidade e não-exclusão, e quanto mais altos esses graus mais fácil de se cobrar algum valor pelo direito de uso de um recurso natural (CALLAN & THOMAS, 2012).

Assim, dependendo do uso da água e do mercado que está se analisando pode-se utilizar tanto o PPP – reconhecido pela OECD em 1972 e baseado nas teorias de Pigou – como o PUP, reconhecido pela OECD em 1987.

Esta abordagem econômica, que atende aos princípios da teoria neoclássica – eficiência econômica, equidade e autossuficiência financeira - reconhece as falhas da autorregulação no caso dos mercados de água e também naqueles mercados de bens que provocam impactos nos recursos hídricos (SEROA DE MOTTA, 2011; TEEB, 2011).

Os instrumentos econômicos de gestão ambiental podem maximizar o bem-estar econômico e social, resolver conflitos de uso da água e corrigir as externalidades (HEERDEN, BLIGNAUT & HORRIDGE, 2008; QIN *et al.*, 2012; MORAES *et al.*, 2015) . No entanto, na maioria dos países, estes instrumentos são desenvolvidos para a recuperação dos custos de gestão dos recursos hídricos, com valores baixos que não são capazes de impactar os usuários de uma forma significativa para reduzir a demanda (KNUPPE, 2011; TEEB, 2011; SILVESTRE & GOMES, 2016).

Diferentes mecanismos podem ser usados como instrumentos econômicos. Taxas regulatórias, cobrança por poluição e captação, pagamentos por serviços ambientais e os mercados de recursos naturais, por exemplo, são usados para transferir uma parte dos custos das atividades de gestão para os seus utilizadores (MASSARUTO, 2007; REID, WINPENNY & HALL, 2008; OECD, 2010).

Assim, os instrumentos econômicos podem ser do tipo preço ou do tipo mercado. No tipo preço, os instrumentos são administrados como preço, cobrança pelo uso de recursos ambientais, subsídios e compensações, porém, no tipo mercado, os instrumentos permitem que os direitos sobre águas sejam plenamente

ou parcialmente comercializados no mercado (SOUZA, RIBEIRO & VIEIRA 2010; TEEB, 2011).

3.3 Sistemas Administrativos e Sistemas de Mercado

A alocação dos recursos hídricos pode se dar em um ambiente baseado em sistemas administrativos (públicos) ou em sistemas de mercado (privados), além de uma possível combinação dos dois sistemas. É notório que, ao longo dos últimos anos, destacam-se intensos debates acerca dos fundamentos que norteiam cada um desses sistemas (CONVERY, 2013; ZHAO, CAI & WANG, 2013).

Em sistemas com base no mercado, há direitos privados, de propriedade da água que são negociáveis, e a partir da negociação livre maximiza-se a flexibilidade e a gestão compartilhada, mediante uma alocação de água economicamente eficiente e com pouca intervenção do Estado. Deste modo, a quantidade de água que cada usuário tem permissão de utilizar é definida a partir da capacidade ou não de pagar o preço da água definido por uma agência. Os usos com menor capacidade de pagamento são realocados para usos com maior capacidade de pagamento. Experiências desse tipo são vivenciadas em países como Estados Unidos, Austrália e Chile (SOUSA FILHO & PORTO, 2008; SOUSA FILHO, PORTO & TEIXEIRA, 2008; GARRICK, WHITTEN & COGGAN, 2013).

Nos sistemas administrativos, os recursos hídricos são considerados como bens de uso comum, e, conseqüentemente, a alocação de suas águas são reguladas e administradas por uma agência governamental regida pela lei em vigor. Nesse sistema o principal objetivo é a igualdade na alocação e no controle do recurso hídrico de forma sustentável (KARKKAINEN, 2001; DRAPPER, 2008; ZHAO, CAI & WANG, 2013).

As discussões acerca das diferenças entre esses dois sistemas se pautam em argumentos que vão desde os custos de transação e a estrutura e desempenho dos mercados de água, até a forma como o recurso hídrico é considerado – se como um bem privado ou público. A partir disso, diversas controvérsias aparecem no discurso sobre a aceitabilidade e eficiência dos sistemas de mercado ou dos

sistemas administrativos. Os defensores do sistema de mercado salientam que a alocação de água baseada no mercado traz uma melhor solução às crises ambientais urgentes, permitindo o crescimento econômico contínuo na medida em que reduz os impactos ambientais. Com outra perspectiva, os defensores dos sistemas administrativos destacam que a apropriação de recursos ambientais de uso comum para o lucro privado, ao invés de reduzir ou resolver problemas socioambientais, tende a intensificar os conflitos existentes (ZHAO, CAI & WANG, 2013; BAKKER, 2014).

A cobrança pelo uso da água, ou taxa de água como é chamada em alguns países, é um exemplo de um instrumento econômico, baseado em sistemas administrativos, que atua no sentido de induzir um uso racional a partir do preço, evitando desperdícios, especialmente quando seus valores refletem a real escassez da água. Ademais, a partir dos valores arrecadados, pode ser possível viabilizar financeiramente projetos que promovam a sustentabilidade dos recursos hídricos e a manutenção do sistema gestor. Experiências como esta são vivenciadas em diversos países – Brasil, Portugal e França (BRIGAGÃO, 2006; OECD, 2015).

3.4 Cobrança pelo uso da água no Brasil

A cobrança pelo uso da água é um instrumento econômico baseado nos princípios do usuário-pagador e do poluidor-pagador (OECD, 1972; OECD, 1987), que estabelecem os aspectos punitivos ou compensatórios a serem incorporados nos custos de produção para os usuários de água. Inclui licenças não-comercializáveis para a captação, consumo e/ou lançamento de efluentes considerando os diferentes tipos de usuários e a capacidade de pagamento dos mesmos. Na cobrança por poluição, os valores podem ser baseados na vazão do lançamento de efluentes, nas características qualitativas, ou na capacidade de assimilação dos corpos d'água. A cobrança para captação pode ser baseada no volume captado ou de consumo (FINNEY, 2013).

No Brasil, a cobrança é um dos instrumentos de gestão de maior grau de complexidade, sendo o único, dentre os previstos na PNRH, que tem caráter econômico. Objetiva reconhecer a água como um bem econômico, dando ao usuário

uma indicação de seu real valor, ao mesmo tempo em que incentiva a racionalização do seu uso, arrecada recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contempladas nos planos de recursos hídricos (BRASIL, 1997; MMA, 2006; ANA, 2013b). A viabilidade técnica e econômica da cobrança pelo uso de recursos hídricos exerce papel de fundamental importância na implementação dos Planos de Recursos Hídricos e na indução do usuário aos procedimentos de racionalização, conservação, recuperação e manejo sustentável (CNRH, 2005).

O processo da tomada de decisão dos mecanismos e valores que irão compor a estrutura do sistema de cobrança deve envolver distintos entes do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SINGREH, cada um com competências específicas, que podem ser observadas no QUADRO 2.

Quadro 2 – Competências dos entes do SINGREH mediante a cobrança.

Comitês de Bacia Hidrográfica
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia; ✓ Propor ao respectivo CRH os usos de pouca expressão; ✓ Sugerir mecanismos de Cobrança e valores a serem cobrados; ✓ Aprovar o Plano de Aplicação dos recursos arrecadados com a Cobrança; ✓ Solicitar a criação de Agência de Água.
Conselhos de Recursos Hídricos
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Deliberar sobre as questões que lhe tenham sido encaminhadas pelos CBH. ✓ Estabelecer critérios gerais para a Cobrança; ✓ Definir os valores a serem cobrados, com base nos mecanismos estabelecidos e valores sugeridos pelos CBH; ✓ Autoriza a criação das Agências de Água.
ANA e Órgãos Estaduais Correlatos
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Implementar a Cobrança em articulação com os CBH; ✓ Elaborar estudos técnicos para subsidiar o CRH na definição dos valores; ✓ Efetuar a Cobrança; ✓ Arrecadar e repassar os valores arrecadados.
Agências de Água
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Analisar e emitir pareceres sobre os projetos e obras a serem financiados; ✓ Acompanhar a administração financeira dos recursos arrecadados; ✓ Elaborar o Plano de Recursos Hídricos para apreciação do CBH; ✓ Propor ao CBH os valores e o plano de aplicação dos recursos arrecadados.

Fonte: BRASIL, 1997; ANA, 2013b.

Vale salientar que a Agência de Água da bacia, ou entidade delegatária de suas funções, é instituída mediante solicitação do comitê e autorização do CRH, após estudos de viabilidade financeira, mediante os critérios que compõem a Lei Federal nº. 10.881, de 09 de junho de 2004.

Diferentemente de instrumentos tradicionais utilizados pelas políticas públicas, tais como licenciamento, subsídios, taxas, dentre outros, a cobrança pelo uso da água não é considerada um imposto, mas um preço público, cuja receita é uma renda patrimonial, da União ou do Estado sob o qual está o domínio dos recursos hídricos. A implementação da cobrança depende de um ambiente de gestão propício e adequado à negociação dos interesses dos atores sociais envolvidos e dos conflitos que porventura venham a surgir. Essa implementação não pode ser analisada como um processo isolado. Deve-se sempre respeitar as particularidades e o estágio da incorporação do sistema de gestão dos recursos hídricos brasileiros de cada bacia hidrográfica, de acordo com as condições definidas pelos respectivos Comitês e Conselhos de Recursos Hídricos (ANA, 2007; 2013a; 2013b; 2015).

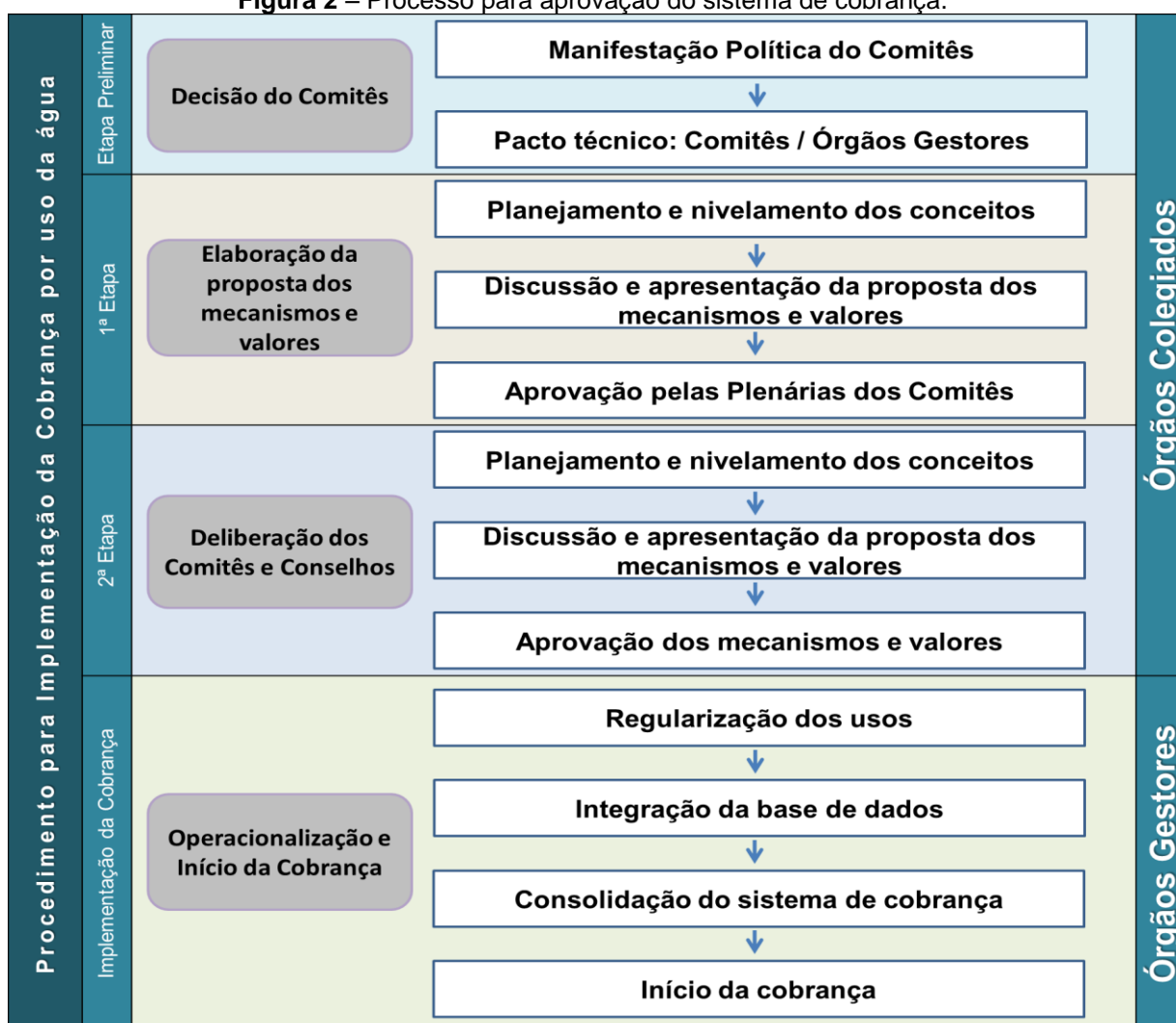
A Resolução CNRH n.º 48/2005, estabelece que a cobrança deve estar compatibilizada e integrada com os demais instrumentos de política de recursos hídricos e condicionada a: “I - à proposição das acumulações, derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes pelo respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica e sua aprovação pelo respectivo Conselho de Recursos Hídricos, para os fins previstos no § 1º do art. 12 da Lei nº 9.433, de 1997; II - ao processo de regularização de usos de recursos hídricos sujeitos à outorga na respectiva bacia, incluindo o cadastramento dos usuários da bacia hidrográfica; III - ao programa de investimentos definido no respectivo Plano de Recursos Hídricos devidamente aprovado; IV - à aprovação pelo competente Conselho de Recursos Hídricos, da proposta de cobrança, tecnicamente fundamentada, encaminhada pelo respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica; V - à implantação da respectiva Agência de Bacia Hidrográfica ou da entidade delegatária do exercício de suas funções”.

Os mecanismos e valores que compõem o sistema de cobrança são negociados a partir de debate público, no âmbito dos Comitês de Bacia e não por meio de decisões isoladas de instâncias governamentais, sejam elas do executivo ou do legislativo. A cobrança em águas de domínio da União tem início após a

aprovação pelo CNRH dos mecanismos e valores propostos pelo CBH. No entanto, algumas etapas importantes antecedem a aprovação e compõem o processo de decisão e construção do sistema de cobrança (ANA, 2013a; 2013b; 2015).

A FIG. 2 apresenta o processo básico para aprovação do sistema de cobrança em uma bacia hidrográfica, seja ela de domínio da União ou dos Estados. Vale salientar que essas etapas podem variar, devendo adequar-se à situação e às particularidades de cada bacia, possibilitando que a negociação alcance maior eficiência e eficácia.

Figura 2 – Processo para aprovação do sistema de cobrança.



Fonte: Adaptado de ANA (2007; 2013b).

A etapa preliminar, de competência dos CBH's, inclui a decisão e a manifestação política dos comitês em se cobrar pelo uso da água no âmbito da

bacia hidrográfica. Seu posicionamento favorável é essencial para a consolidação dos estudos acerca da elaboração e discussão da proposta dos mecanismos e valores a serem adotados, que compõem a primeira etapa. Por sua vez, a segunda etapa é de responsabilidade dos conselhos de recursos hídricos e se inicia após a aprovação do mecanismo de cobrança e encaminhamento da deliberação pelos comitês. Essa deliberação é então analisada, discutida e aprovada após as correções sugeridas (ANA, 2013b).

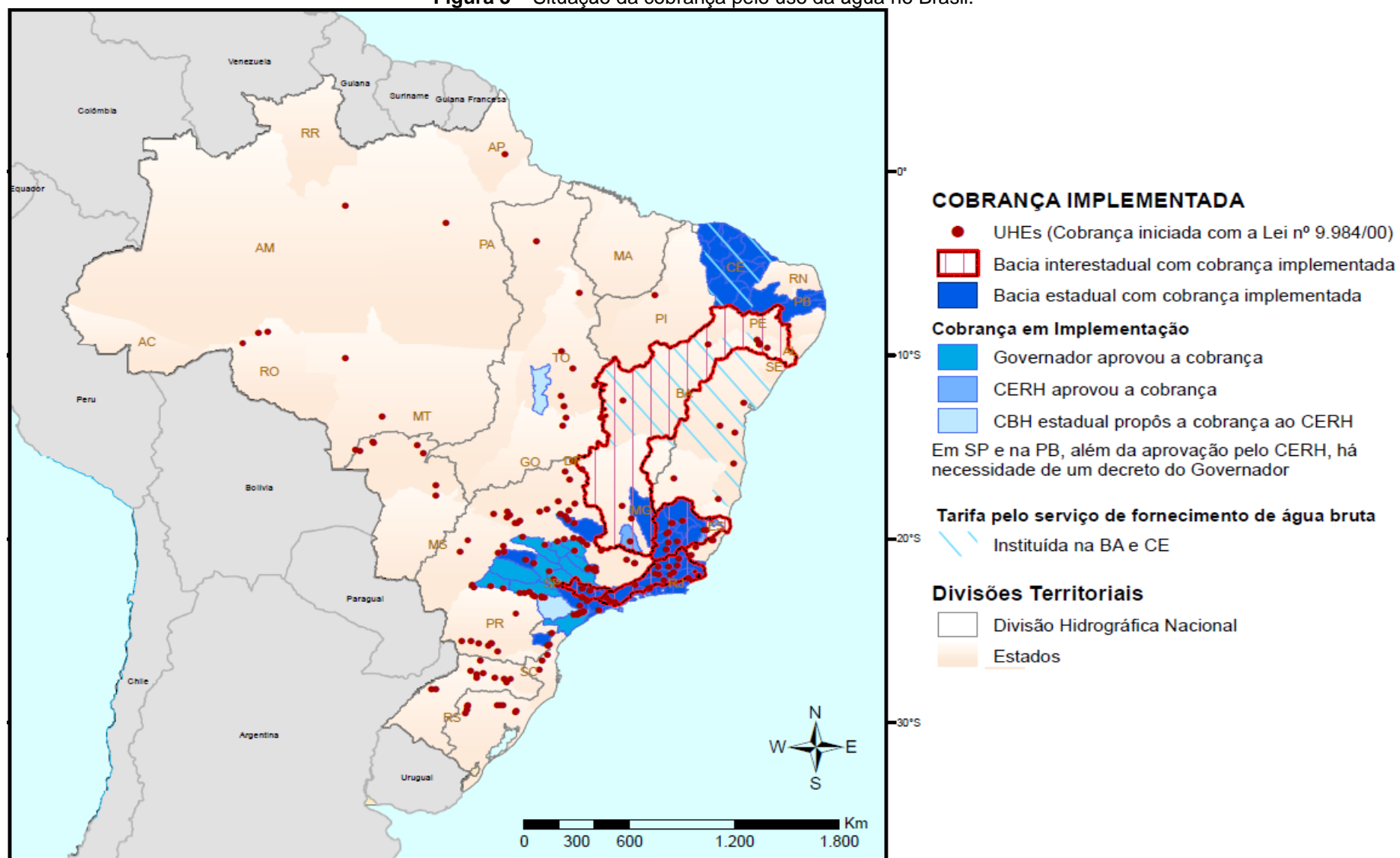
Para a implementação e operacionalização da cobrança, os órgãos gestores devem promover a articulação da cobrança com os instrumentos já estabelecidos na bacia, de forma a regularizar a situação de todos os usuários sujeitos à cobrança e criar um banco de dados com as informações necessárias, possibilitando, assim, o início da cobrança na bacia. O que demonstra uma boa indicação do estágio atual da aplicação dos demais instrumentos de gestão, tendo em vista funcionar de forma integrada com os demais instrumentos, principalmente a outorga, que é essencial para viabilizar a aplicação dos demais instrumentos (ANA, 2007; 2013a; 2013b).

Os primeiros usuários a serem cobrados pelo uso da água foram os titulares de concessão ou autorização para exploração de potencial hidráulico brasileiro, que, por meio da Lei nº 9.984/2000, passaram a pagar pelo uso dos recursos hídricos. Os demais usuários estão sujeitos aos mecanismos e valores de cobrança estabelecidos pelos respectivos comitês aprovados pelo conselho de recursos hídricos (ANA, 2013a).

A cobrança pelo uso da água é praticada em quatro bacias hidrográficas de rios de domínio da União, a saber: rio Paraíba do Sul (desde março de 2003), rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí - PCJ (desde janeiro de 2006), rio São Francisco (desde julho de 2010) e rio Doce (desde novembro de 2011) (ANA, 2013a).

As bacias de rios de domínios dos Estados apresentam distintos estágios de implementação. Há estados que já estabeleceram os mecanismos de cobrança e o instrumento encontra-se implementado, a exemplo dos estados do Ceará e Rio de Janeiro, e há estados que estão com o processo de implementação em andamento, como o estado da Paraíba, bem como, existem estados onde a discussão para a adoção desse instrumento de gestão ainda não foi iniciada, conforme apresentado na FIG. 3.

Figura 3 – Situação da cobrança pelo uso da água no Brasil.



Os valores cobrados e arrecadados nas bacias de rios de domínio da União, no ano de 2014, bem como o acumulado desde a data de implementação até o ano de 2014, estão descritos na TAB. 1.

Tabela 1 – Valores cobrados e arrecadados em rios de domínio da União.

Bacia Hidrográfica	Início da cobrança	2014		Acumulado	
		Cobrado	Arrecadado	Cobrado	Arrecadado
Paraíba do Sul	Mar-2003	11.647.219	11.585.394	122.578.766	119.787.544
PCJ	Jan-2006	18.011.553	17.130.429	146.521.483	144.113.297
São Francisco	Jul-2010	22.492.214	23.068.788	99.614.581	94.542.627
Doce	Nov-2011	9.817.054	9.751.065	28.564.620	19.694.821
Total		61.968.040	61.535.677	397.279.449	378.138.289

Fonte: Adaptado de ANA (2015). Valores em R\$

Apesar dos valores arrecadados com a cobrança serem expressivos, a visão arrecadatória não deve ser utilizada como único propósito. Problemas ainda são encontrados nos sistemas de cobrança atuais, tais como conflitos entre os usuários, descontentamentos com os preços adotados e a ausência de aspectos que promovam a adoção de medidas poupadoras e de redução da poluição, que estimulem a proteção do recurso hídrico, a distinção entre os usos e entre os usuários, numa visão econômica capaz de cumprir com as ações de gestão de recursos hídricos. Segundo a ANA (2013a) os sistemas de cobrança das bacias com rios de domínio da União, implementados até o momento, possuem uma equação básica (Equação 1) que deriva equações mais específicas:

$$\text{Valor} = \text{Base de cálculo} * \text{Preço Público Unitário} * \text{Coeficientes(1)}$$

A base de cálculo pode ser variável e adaptada a diferentes tipos de uso, que variam entre a captação, o consumo de água e o lançamento de efluentes. Os valores dos preços são estimados e devem ser amplamente analisados com vista a

considerar as condições de cada bacia e a capacidade de pagamento dos seus usuários. Os coeficientes multiplicadores são utilizados para ajustar os valores da cobrança às particularidades da bacia e diferenciar os usos.

Nas bacias com a cobrança já implementada, a estrutura do sistema é semelhante na maioria dos aspectos, conforme pode-se observar a seguir.

3.4.1 Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul

O sistema de cobrança da BHPS foi o primeiro a ser implementado em bacias de domínio da União, no Brasil. São cobrados todos os usuários sujeitos à outorga e com captação de água superior a 1,0 l/s. Em março de 2003, de acordo com as Deliberações CEIVAP nº 08/2001 e 15/2002 e as Resoluções CNRH nº 19/2002 e 27/2002, o mecanismo de cobrança era composto apenas pela Equação 2.

$$C = \underbrace{Q_{cap} \times K_0 \times PPU}_{\text{Captação}} + \underbrace{Q_{cap} \times K_1 \times PPU}_{\text{Consumo}} + \underbrace{Q_{cap} \times (1 - K_1) \times (1 - K_2 K_3) \times PPU}_{\text{Lançamento}} \quad (2)$$

Onde:

C valor mensal cobrado;

Q_{cap} volume captado (m³/mês);

K_0 coeficiente de preço unitário para captação;

K_1 relação entre o volume consumido e o captado;

K_2 % do volume de efluentes tratados em relação ao volume total produzido;

K_3 nível de eficiência de redução de DBO na estação de tratamento de efluentes;

PPU Preço Público Unitário (R\$/m³).

Os PPU's eram classificados de acordo com a finalidade de uso, com valores diferentes para cada tipo (TAB. 2).

Tabela 2 – PPU na estrutura inicial do sistema de cobrança da BHPS.

Finalidade de Uso	Captação	PPU (R\$/m³)	
		Consumo	Lançamento
Indústria e Saneamento	0,008	0,020	0,020
Agropecuária	0,0002	0,0005	0,0005
Aquicultura	0,00016	-	-
Mineração de areia	0,008	0,020	-

Fonte: Adaptado de CEIVAP (2001;2002).

Em 2007 houve a primeira modificação na estrutura do sistema de cobrança, regida pelas Deliberações CEIVAP nº 52/2005 e 65/2006, devidamente aprovadas pela Resolução CNRH nº 64/2006. O valor total a ser pago foi subdividido em equações por tipo de uso. Os PPU's foram ajustados e novos aspectos foram considerados nos coeficientes, conforme descrito na TAB. 3.

Tabela 3 – Sistema de cobrança da BHPS (2007-2014).

Tipo de Uso	Equação	PPU (R\$/m³)
Captação	$\text{Valor}_{\text{Cap}} = Q_{\text{Cap}} * \text{PPU}_{\text{Cap}} * K_{\text{Cap classe}}$	0,010
	$\text{Valor}_{\text{cons}} = (Q_{\text{CapT}} - Q_{\text{lançT}}) * \text{PPU}_{\text{Cons}} * (Q_{\text{Cap}} / Q_{\text{CapT}})$	
Consumo	$\text{Valor}_{\text{Cons Irrigação}} = Q_{\text{Cap}} * \text{PPU}_{\text{Cons}} * K_{\text{Cons}}$ $\text{Valor}_{\text{Cons Agrop}} = Q_{\text{Cap}} * \text{PPU}_{\text{Cons}} * K_{\text{Agrop}}$	0,020
Lançamento	$\text{Valor}_{\text{DBO}} = \text{CO}_{\text{DBO}} * \text{PPU}_{\text{DBO}}$	0,070
Total	$\text{Valor}_{\text{Total}} = (\text{Valor}_{\text{Cap}} + \text{Valor}_{\text{Cons}} + \text{Valor}_{\text{DBO}}) * K_{\text{Gestão}}$	
Agropecuário	$\text{Valor}_{\text{Agropecuário}} = ((\text{Valor}_{\text{Cap}} + \text{Valor}_{\text{Cons (agrop/irrig)}}) * K_{\text{Agropecuário}}) * K_{\text{Gestão}}$	

Fonte: Adaptado de CEIVAP (2005; 2006).

A partir destas modificações, aspectos que consideram a classe de enquadramento dos corpos d'água foram introduzidos como coeficiente na equação de captação. Outros coeficientes também foram adotados na equação de consumo, para tentar quantificar o volume de água consumido por usuários irrigantes, o K_{Cons} , com valor de 0,5 para todos os usuários, com exceção para os produtores de arroz com valor de 0,04, e o $K_{\text{Agropecuário}}$, com valor igual a 0,05.

O $K_{\text{Gestão}}$ considera o efetivo retorno dos recursos arrecadados pela cobrança do uso da água nos rios de domínio da União à BHPS. Seu valor definido é igual a

1(um), porém, este valor será igual a zero se, na Lei de Diretrizes Orçamentárias para o ano subsequente, não estiverem incluídas as despesas relativas à aplicação das receitas da cobrança pelo uso de recursos hídricos, e se houver o descumprimento do Contrato de Gestão, celebrado entre a ANA e a AGEVAP, por parte da ANA.

Outra importante modificação foi a definição do valor para a cobrança pelo uso das águas transpostas da BHPS para a Bacia Hidrográfica do rio Guandu. Ficou estabelecido, entre os comitês envolvidos, que o valor correspondente a 15% (quinze por cento) de todos os recursos arrecadados com a cobrança pelo uso da água bruta na Bacia Hidrográfica do rio Guandu deve ser repassado à entidade delegatária da BHPS, para que sejam aplicados em ações destinadas à mesma.

A mais recente modificação no sistema ocorreu em 2014, em vigência desde 2015, estabelecida na Deliberação CEIVAP nº 218/2014 e aprovada na Resolução CNRH nº 162/2014, que não modifica a estrutura, mas ajusta os PPU's: captação (0,0109 R\$/m³); consumo (0,0218 R\$/m³) e lançamento (0,0763 R\$/m³), e desenvolve novos coeficientes: o K_{PD} foi criado e inserido na equação de captação, que considera o índice de perdas na distribuição de água (I_{PD}) para usuários de saneamento, e a categorização dos coeficientes K_{Cons} e $K_{Agropecuário}$ de acordo com o tipo de tecnologia de irrigação utilizada. Os valores atribuídos em cada um desses coeficientes estão apresentados na TAB. 4.

Tabela 4 – Novos coeficientes da BHPS em vigência desde 2015

I_{PD}	K_{PD}	Tecnologia de Irrigação	K_{Cons}	$K_{Agropecuário}$
$I_{PD} \leq 20\%$	0,85	Gotejamento	0,95	0,05
$20\% < I_{PD} \leq 25\%$	0,90	Micro aspersão	0,90	0,10
$25\% < I_{PD} \leq 30\%$	0,95	Pivô central	0,85	0,15
$30\% < I_{PD} \leq 35\%$	1,00	Tubos perfurados	0,85	0,15
$35\% < I_{PD} \leq 40\%$	1,00	Aspersão convencional	0,75	0,25
$I_{PD} > 40\%$	1,00	Sulcos	0,60	0,40
Não Informado	1,00	Inundação	0,50	0,50
		Não Informado	0,95	0,50
		Não Irrigante	-	0,10

Fonte: Adaptado de CEIVAP (2014).

3.4.2 Bacia Hidrográfica dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

A segunda implementação da cobrança pelo uso da água em rios de domínio da União ocorreu na Bacia Hidrográfica dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (BHPCJ). Os mecanismos e valores foram estabelecidos pela Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 025/2005, aprovados na Resolução CNRH nº 52/2005 (TAB. 5).

Tabela 5 – Sistema de cobrança das BHPCJ implementado para início em 2006.

Tipo de Uso	Equação	PPU (R\$/m³)
Captação	$\text{Valor}_{\text{Cap}} = (K_{\text{Out}} * Q_{\text{Cap out}} + K_{\text{Med}} * Q_{\text{Cap med}}) * \text{PUB}_{\text{Cap}} * K_{\text{Cap classe}}$	0,01
Consumo	$\text{Valor}_{\text{cons}} = (Q_{\text{Cap T}} - Q_{\text{lanç T}}) * \text{PUB}_{\text{cons}} * (Q_{\text{Cap}} / Q_{\text{Cap T}})$ $\text{Valor}_{\text{cons irrigação}} = Q_{\text{Cap}} * \text{PUB}_{\text{Cons}} * K_{\text{Retorno}}$	0,02
Lançamento	$\text{Valor}_{\text{CO}} = \text{CO}_{\text{DBO}} * \text{PUB}_{\text{DBO}} * K_{\text{Lanç classe}}$	0,10
Total	$\text{Valor}_{\text{Total}} = (\text{Valor}_{\text{Cap}} + \text{Valor}_{\text{Cons}} + \text{Valor}_{\text{DBO}}) * K_{\text{Gestão}}$	
Rural	$\text{Valor}_{\text{Rural}} = ((\text{Valor}_{\text{Cap}} + \text{Valor}_{\text{Cons Irrig}}) * K_{\text{Rural}}) * K_{\text{Gestão}}$	
Transposição	$\text{Valor}_{\text{Transp}} = ((K_{\text{Out}} * Q_{\text{Transp out}} + K_{\text{Med}} * Q_{\text{Transp med}}) * \text{PUB}_{\text{Transp}} * K_{\text{Cap classe}}) * K_{\text{Gestão}}$	0,015

Fonte: Adaptado de Comitês PCJ (2005).

A estrutura do mecanismo adotado pelos Comitês PCJ se assemelha, na maioria dos aspectos, à do CEIVAP que entrou em vigência em 2007. No entanto, foi atribuída uma equação específica no tipo de uso para transposição e a nomenclatura de alguns termos também é diferente: $K_{\text{Retorno}} = K_{\text{Cons}}$; PUB (Preços Unitários Básicos) = PPU; Rural = Agropecuário. A equação do tipo de uso para captação também apresenta diferenças. Nesta equação é realizada uma distinção entre valores outorgados e medidos, que resulta nas seguintes relações:

- $Q_{\text{Cap med}} / Q_{\text{Cap out}} \geq 0,7$ » » » $K_{\text{Out}} = 0,2$ e $K_{\text{Med}} = 0,8$;
- $Q_{\text{Cap med}} / Q_{\text{Cap out}} \leq 0,7$ » » » $K_{\text{Out}} = 0,2$ e $K_{\text{Med}} = 0,8$. Acrescenta $K_{\text{Med extra}} = 1$;
- $Q_{\text{Cap med}} = 0$ » » » $K_{\text{Out}} = 1$ e $K_{\text{Med}} = 0$;
- $Q_{\text{Cap med}} / Q_{\text{Cap out}} > 1$ » » » $K_{\text{Out}} = 0$ e $K_{\text{Med}} = 1$.

Nas Deliberações Conjuntas dos Comitês PCJ nº 078/2007 e 84/2007 estavam contidas as primeiras alterações no mecanismo de cobrança com início de vigência para 2008. Essas alterações foram devidamente autorizadas pela Resolução CNRH nº 78/2007. O K_{Retorno} passa a se chamar K_{Cons} , o K_{Rural} passa a se chamar K_t e ambos foram classificados com base na tecnologia de irrigação utilizada. Um novo coeficiente (K_{PR}) foi criado e inserido na equação de tipo de uso para lançamento de efluentes. Este coeficiente considera a percentagem de remoção de carga orgânica na estação de tratamento. Os valores podem ser observados na TAB. 6.

Tabela 6 – Coeficientes das BHPCJ (2008-jul/2014) .

PR	K_{PR}	Tecnologia de Irrigação	K_{Cons}	K_t
$I_{\text{PD}} = 70\%$	1	Gotejamento	0,95	0,05
$80\% < \text{PR} < 95\%$	$(31 - 0,2\text{PR}) / 15$	Micro aspersão	0,90	0,10
$\text{PR} > 95\%$	$16 - 0,16\text{PR}$	Pivô central	0,85	0,15
		Tubos perfurados	0,85	0,15
		Aspersão convencional	0,75	0,25
		Sulcos	0,60	0,40
		Inundação	0,50	0,50
		Não Informado	0,55	0,50

Fonte: Adaptado de Comitês PCJ (2007a; 2007b).

Em 2013, os PUB's foram ajustados através da Deliberação dos Comitês PCJ nº 160/2012, aprovada pela Resolução CNRH nº 155/2014. Os ajustes, demonstrados na TAB. 7, foram progressivos e contemplam o período 2014-2016.

Tabela 7 – PUB da BHPCJ (2014-2016).

Tipo de Uso	PUB		
	2014	2015	2016
Captação	0,0108	0,0118	0,0127
Consumo	0,0217	0,0235	0,0255
Lançamento	0,1084	0,1175	0,1274
Transposição	0,0163	0,0176	0,0191

Fonte: Adaptado de Comitês PCJ (2012).

3.4.2 Bacia Hidrográfica do rio Doce

Através da Deliberação CBH-DOCE nº 26/2011 aprovada pela Resolução CNRH nº 123/2011, a BH-Doce teve os seus mecanismos e valores da cobrança estabelecidos. As equações que o compõem são bastante similares aos das BHPCJ, no que se refere ao tipo de uso para captação, transposição de água e total a ser pago. A única diferença consiste na inexistência do tipo de uso para consumo de água. No entanto, o coeficiente K_t (utilizado na equação de consumo das BHPCJ) foi incorporado à equação de captação na BH-Doce, com valor de 0,025 para os usuários agropecuários e 1 (um) para os demais usuários.

Um fato importante a se destacar está no estabelecimento de PPU's crescentes já nos primeiros anos de implementação da cobrança (período 2011-2015), o que não ocorreu nas demais bacias. Para o ano de 2016 ainda não foram estabelecidos os novos valores de PPU's a serem adotados. Os valores são apresentados na TAB. 8.

Tabela 8 – PPU da BH-Doce (2011-2015).

Tipo de Uso	PPU			
	2011/2012	2013	2014	2015
Captação	0,018	0,021	0,024	0,030
Lançamento	0,100	0,120	0,150	0,160
Transposição	0,022	0,027	0,031	0,040

Fonte: Adaptado de CBH-Doce (2011).

4. METODOLOGIA

4.1 Caracterização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do rio São Francisco abrange sete unidades da federação, o que engloba um total de 504 municípios (cerca de 9% do total de municípios brasileiros), sendo assim de domínio da União. Possui área de drenagem de aproximadamente 640.000 km², o que compreende cerca de 8% da área total do país, e uma vazão média de 2.850 m³/s, 2% do total do país. O rio principal, o rio São Francisco, tem 2.700 km de extensão, nasce na Serra da Canastra no estado de Minas Gerais, escoando no sentido sul-norte pelos Estados da Bahia e de Pernambuco, quando altera seu curso para o leste, chegando ao Oceano Atlântico através da divisa entre os Estados de Alagoas e Sergipe (CBHSF, 2004a). A TAB. 9 divide a área de drenagem entre os Estados que englobam a bacia.

Tabela 9– Estados componentes da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco.

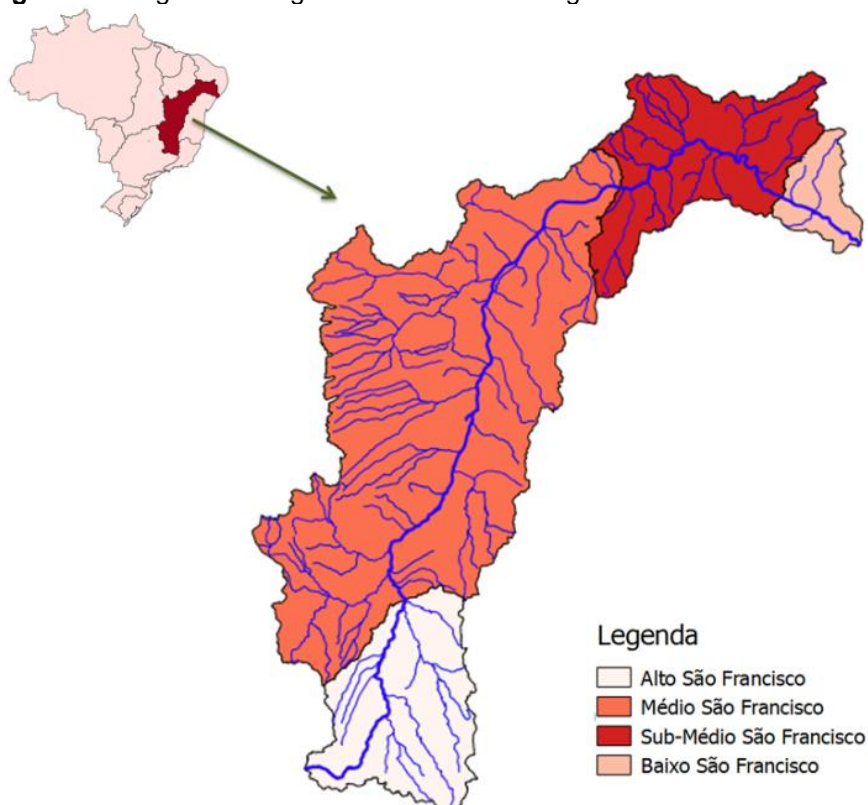
Unidades de Federação	Área de drenagem	Números de municípios
Bahia	48,2%	115
Minas Gerais	36,8%	239
Pernambuco	10,9%	69
Alagoas	2,2%	50
Sergipe	1,2%	28
Goiás	0,5%	3
Distrito Federal	0,2%	1

Fonte: CBHSF, 2015b.

Devido à sua grande extensão territorial, a Bacia Hidrográfica do rio São Francisco possui acentuados contrastes socioeconômicos, ao abranger áreas de acentuada riqueza com alta densidade demográfica e áreas de pobreza crítica com população dispersa. Essas diferenças, aliadas às variações de altitudes ao longo do trajeto do rio principal, serviram de base para a divisão da área de drenagem em

quatro sub-regiões, apresentadas na FIG. 4. Ademais, essas regiões foram subdivididas em 34 sub-bacias e em 12.821 microbacias, com a finalidade de caracterizar, por trechos, os principais rios da região, afluentes do rio São Francisco (CBHSF, 2004a).

Figura 4 – Regiões Hidrográficas da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco.



A parte inicial, o Alto São Francisco, localiza-se na nascente do rio principal, na região montanhosa da Serra da Canastra, em Minas Gerais, fazendo seu percurso no sentido sul-norte até cidade de Pirapora. O trecho seguinte, o Médio São Francisco, vai de Pirapora ao município de Remanso na Bahia, sendo o maior dos quatro trechos. Depois o rio muda seu trajeto para o leste, onde alcança a divisa entre os estados da Bahia e Pernambuco até chegar a Alagoas, na cidade de Belo Monte, formando assim o Submédio São Francisco. Por fim, o Baixo São Francisco, que parte de Belo Monte até desaguar no oceano Atlântico, na divisa dos estados de Alagoas e Sergipe (CBHSF, 2004a; VERA, 2014). A TAB. 10 acrescenta alguns dados a essas informações.

Tabela 10 - Regiões Hidrográficas da BHSF

Regiões	Área (Km²)	%	Comprimento do rio (Km)	Comprimento da rede de drenagem (Km)
Alto	100.076	16	702	24.539
Médio	402.531	63	1.230	67.926
Submédio	110.446	17	550	23.479
Baixo	25.523	4	214	5.713

Fonte: CBHSF, (2004a; 2015b).

Os rios que compõem a BHSF estão inseridos, em sua maioria, na Classe 2 de Enquadramento dos corpos d'água, com exceção das áreas de nascentes dos rios (Classe Especial) e das áreas de confluências (Classe 1). No entanto, para fins de execução da Cobrança, todo o rio principal é considerado como Classe 2 (IBAMA, 1989; CBHSF, 2004d; CBHSF, 2010).

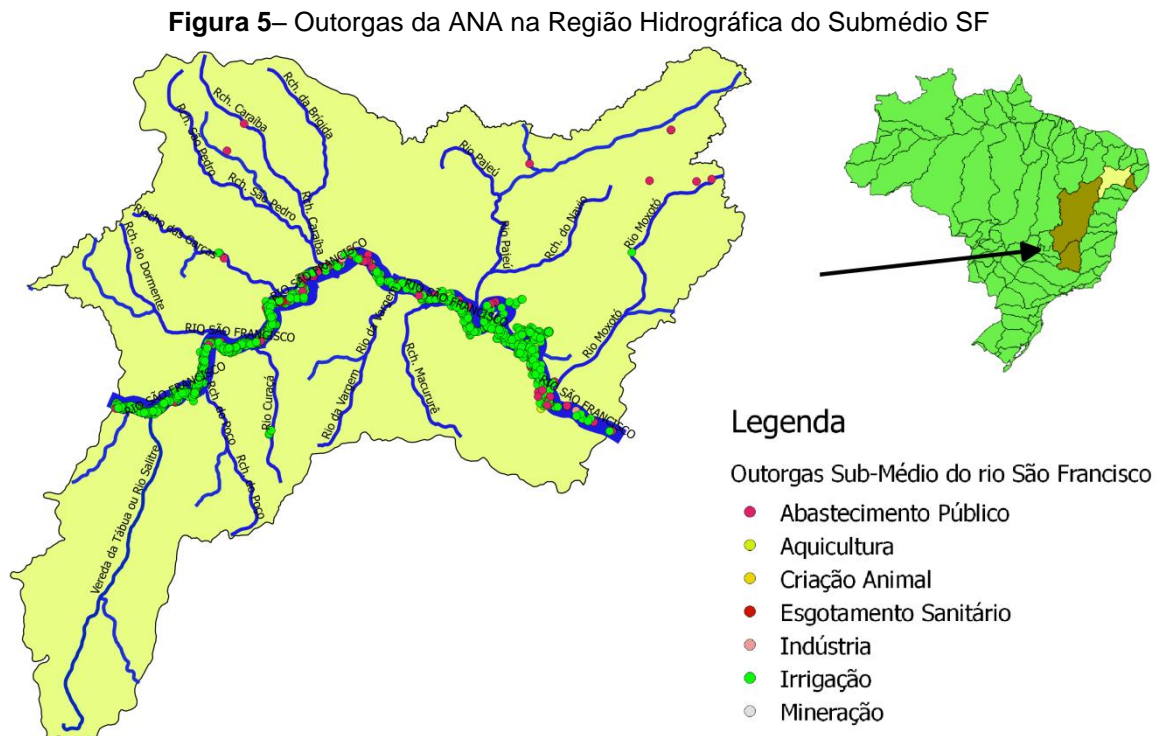
A BHSF apresenta contrastes socioeconômicos entre as regiões, entre os Estados, entre os meios urbanos e rurais e entre as faixas de população, caracterizando uma desigualdade que reflete a situação brasileira atual. Em torno de 70% das demandas de água na bacia são destinadas à irrigação, principalmente no Médio e Submédio, com mais de 300 mil hectares de área irrigada. O rio também constitui a base para o suprimento de energia elétrica da região Nordeste do país (CBHSF, 2015c).

O Plano de Aplicação Plurianual – PAP delibera as orientações dos estudos, planos, projetos e ações a serem executados com recursos da cobrança pelo uso da água em toda a bacia, mediante critérios estabelecidos no Plano Decenal. Na BHSF, a Deliberação CBHSF nº 88, de 10 de dezembro de 2015, aprovou o PAP referente ao período 2016 a 2018. As ações estão organizadas em três grupos – ações de gestão, de planejamento e estruturais – que agrupam distintos programas com atividades específicas, tais como: Programa de Fortalecimento institucional; Programa Água para Todos; apoio às ações de estudos e pesquisas; Planos Municipais de Saneamento Básico; dentre outros (CBHSF, 2015d).

4.1.1 Região Hidrográfica Submédio São Francisco

A região hidrográfica do Submédio SF é a segunda maior em dimensão territorial, com 110.446 km², o que representa 17% da área total da bacia. Integra 25 municípios do estado da Bahia e 59 municípios do estado de Pernambuco. A vegetação é predominantemente do tipo Caatinga e o clima Semiárido e Árido, o que implica em temperaturas mais altas e uma maior irregularidade de precipitação em toda a bacia, com a menor média anual pluviométrica de 580 mm/ano. Possui uma vazão anual máxima de aproximadamente 4.600 m³/s (fevereiro) e mínima de 1.507 (setembro) no rio principal. Seus principais rios afluentes (Pajeú, Salitre, Brígida, Pontal, Garças, Tourão, Vargem e Moxotó) são, em sua maioria, intermitentes e contribuem com apenas 4% da vazão natural média (CCR-Submédio SF, 2015; CBHSF, 2004a; 2015b).

Na FIG. 5, pode-se observar as diferentes finalidades de uso na concessão de outorgas para a região.



Fonte: Dados de ANA (2015).

As principais atividades desenvolvidas no Submédio SF incluem a agricultura (principalmente irrigação), indústria, mineração e geração de energia elétrica, que, juntamente com as demais, representam em torno de 15% dos mais de 14 mil usuários cadastrados em toda a bacia. Do total arrecadado com a cobrança pelo uso da água, aproximadamente 65% compreendem os usuários dessa região.

O aporte hídrico é particularmente preocupante e interfere nos usos quantitativos, por nem sempre haver água suficiente para atendimento de todas as demandas requeridas pelos seus usuários, como também, nos usos qualitativos, por apresentar ausência de água suficiente para a diluição de efluentes urbanos, industriais e de mineração, ocasionando assim, diversos conflitos entre os distintos usuários de água. Esses problemas são, em grande maioria, resultantes das anormalidades nas vazões de regularização das barragens de geração de energia, as represas de Itaparica, Sobradinho e Paulo Afonso (CCR-Submédio SF, 2015; CBHSF, 2004a; 2015a; 2015b).

4.1.2 Sistema de Cobrança da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco

A cobrança foi estabelecida após a consolidação de um pacto resultante da negociação entre o poder público, os setores usuários e as organizações civis representadas no âmbito do CBHSF, instituído em 2001. Em 2003 o comitê iniciou debate sobre a implantação da Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos. Em 2004, no Plano Decenal da bacia ficou estabelecido que, durante o ano de 2005, deveriam ser desenvolvidos os estudos técnicos para estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso dos recursos hídricos da bacia e os valores a serem cobrados, para que fossem amplamente discutidos e negociados por todos os atores no CBHSF e nos comitês de bacias afluentes (CBHSF, 2004a; ANA, 2013a; ANA, 2013b).

No entanto, ainda em 2004 o CBHSF aprovou a Deliberação CBHSF nº 16/2004 que estabelecia diretrizes para a Cobrança, e definiu a Câmara Técnica de Outorga e Cobrança (CTOC) do CBHSF para conduzir, com apoio da ANA, a realização de estudos técnicos para subsidiar o estabelecimento dos mecanismos e valores de cobrança pelo Comitê. Em 2006, o CBHSF solicitou à ANA a elaboração

de estudos para a proposição de valores e critérios de cobrança e para análise da viabilidade financeira para a criação da Agência da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco. Os estudos forneceram estimativas sobre o potencial de arrecadação e o impacto financeiro sobre os usuários característicos da bacia (CBHSF, 2004b; 2008b; 2010; ANA, 2013b).

A Deliberação CBHSF nº 37/2008 dispunha de sugestões de mecanismos e valores a serem adotados pelo sistema de cobrança, sendo assim, submetida a consulta pública para debate nas câmaras consultivas regionais do CBHSF, nos comitês de bacias de rios afluentes e nas entidades representativas de usuários. Após as sugestões dos entes envolvidos, a Deliberação CBHSF nº 40/2008 teve o corpo principal e o Anexo I aprovados, entretanto, o Anexo II, que definia os valores e coeficientes, teve que ser revisto pelo CBHSF, por solicitação do CNRH, sendo aprovado após as revisões, constituindo assim o Anexo II da deliberação CBHSF nº 40/2008 e a Deliberação CBHSF 56/2010 (CBHSF, 2008a; 2008b; 2010; 2015a; ANA, 2013b).

A cobrança pelo uso da água foi implementada, efetivamente, em julho de 2010, tornando-se o terceiro comitê de domínio da união a implementar esse instrumento. A maior parte da cobrança incide sobre os usos quantitativos, cerca de 98%. Já sobre os usos qualitativos incidem apenas 2% da cobrança realizada em toda a bacia. Com base nesses valores, a maior arrecadação é realizada nas transposições realizadas pelo Ministério da Integração Nacional e pela Companhia de Saneamento de Sergipe - DESO, que correspondem a 65% da cobrança nominal total da bacia. A inadimplência compreende cerca de 5% do total cobrado bacia em todos os anos de aplicação da Cobrança, desde o ano de 2010 até o ano de 2014 (ANA, 2013a; CBHSF, 2015c).

São cobrados todos os usuários sujeitos à outorga, com captação de água superior a 4,0 l/s. As informações utilizadas para operacionalização da Cobrança são aquelas constantes no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH, que inclui os dados sobre a vazão utilizada, local de captação, denominação e localização do curso d'água, empreendimento do usuário, sua atividade ou a intervenção que pretende realizar, como derivação, captação e lançamento de efluentes. O preenchimento do cadastro é obrigatório para pessoas

físicas e jurídicas, de direito público e privado, que sejam usuárias de recursos hídricos, sujeitas ou não a outorga (ANA, 2003; 2013b).

A metodologia adotada caracterizou-se na reorganização dos sistemas de cobrança utilizados em outras bacias, tornando-a mais simples e objetiva, na tentativa de induzir uma melhor aceitabilidade dos usuários. Esses mecanismos visam mensurar a utilização da água e possuem uma estrutura que se divide em base de cálculo, preço unitário e coeficientes (CBHSF, 2004a; ANA, 2010; ANA, 2013b). O QUADRO 3 apresenta as Equações 3, 4 e 5 utilizadas atualmente no sistema de cobrança da BHSF, de acordo com o tipo de uso, bem como a Equação 6, para quantificação do valor final a ser pago por cada usuário.

Quadro 3 – Equações do sistema de cobrança da BHSF.

TIPO DE USO	EQUAÇÕES
Captação	$Valor_{Cap} = Q_{Cap} * PPU_{Cap} * K_{Cap}$ (3)
Consumo	$Valor_{Cons} = Q_{Cons} * PPU_{Cons} * K_{Cons}$ (4)
Lançamento	$Valor_{DBO} = CO_{DBO} * PPU_{Lanç} * K_{Lanç}$ (5)
Total	$Valor_{Total} = (Valor_{Cap} + Valor_{Cons} + Valor_{DBO}) * K_{Gestão}$ (6)

Fonte: Adaptado do CBHSF, 2008b.

O sistema de cobrança contempla também a cobrança por alocação externa (Equação 7).

$$Valor_{Aloc\ Ext} = (Q_{Cap} * PPU_{Cap} + Q_{Cons} * PPU_{Cons}) * K_{Cap\ classe} * K_{Prior} * K_{Gest}(7)$$

A base de cálculo é definida pelo tipo de uso da água e representa o volume de água utilizado, ponderando aspectos quantitativos (captação e consumo), por considerarem o volume efetivamente captado e consumido pelo usuário, e qualitativos (lançamento), ao considerar a carga orgânica de DBO_{5,20} lançada (ACSELRAD, CARVALHO & THOMAS, 2006; ANA, 2010; PRAES, 2014).

O volume consumido é calculado pela diferença entre o volume captado e o volume lançado, com exceção dos usuários de irrigação, no qual o volume

consumido é calculado conforme demonstrado na Equação 8, através da multiplicação entre o volume captado e um coeficiente que visa estimar a quantidade de água consumida pela irrigação, o $K_{\text{Cons Irrig}}$, com valor fixo igual a 0,8.

$$Q_{\text{Cons Irrig}} = Q_{\text{Cap}} * K_{\text{Cons Irrig}} \quad (8)$$

Os Preços Públicos Unitários (PPU) adotados pelo sistema de cobrança da BHSF são iguais aos das Bacias Hidrográficas do rio Paraíba do Sul e dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí quando da implementação da cobrança em 2003 e 2006, respectivamente. Porém, os PPU's das bacias citadas já passaram por aperfeiçoamentos ao longo dos anos e atualmente apresentam valores diferentes. Na TAB. 11 encontram-se os valores atualmente adotados na BHSF.

Tabela 11 – PPU adotados pelo sistema de cobrança da BHSF.

Tipo de uso	Unidade	Valor
PPU para captação de água bruta	R\$/m ³	0,01
PPU para consumo de água bruta	R\$/m ³	0,02
PPU para lançamento de efluentes	R\$/Kg de DBO	0,07

Fonte: Adaptado do CBHSF, 2008b.

Os coeficientes multiplicadores objetivam adaptar o sistema de cobrança aos objetivos específicos definidos pelo CBHSF. Esses coeficientes estão centrados em três grupos principais – K_{Cap} (Coeficiente de Captação), K_{Cons} (Coeficiente de Consumo) e $K_{\text{Lanç}}$ (Coeficiente de Lançamento) – que englobam coeficientes específicos (CBHSF, 2008b).

O coeficiente de gestão ($K_{\text{Gestão}}$) utilizado no cálculo do valor total a ser cobrado ao usuário e na equação de alocação externa se baseia no efetivo retorno dos recursos financeiros arrecadados à bacia. O valor desse coeficiente será igual a 1 (um), no entanto, o valor poderá ser igual a 0 (zero) se, na Lei de Diretrizes Orçamentárias para o ano subsequente, não estiverem incluídas as despesas relativas à aplicação das receitas da cobrança pelo uso de recursos hídricos e/ou se

houver o descumprimento, por parte da ANA, do Contrato de Gestão firmado entre a ANA e a entidade delegatária de funções de Agência de Água (CBHSF, 2008b).

O coeficiente de prioridade de uso, $K_{Prioridade}$, utilizado apenas na equação de alocação externa, consiste na utilização de uma variável que considera a prioridade de uso em alocações externas, estabelecida na Deliberação CBHSF nº 18/2005, para abastecimento humano e dessedentação animal em situações de escassez. O uso desse coeficiente permite variar os valores de cobrança para os usos não prioritários em situações de escassez, conforme o uso a que se destina a água transposta (CBHSF, 2004c; 2008b).

O QUADRO 4 apresenta a descrição dos coeficientes utilizados.

Quadro 4 – Valores dos coeficientes do sistema de cobrança da BHSF.

Coeficiente de Captação		Coeficiente de Consumo		Coeficiente de Lançamento	
$K_{Cap} = K_{Cap\ Classe} * K_t$		$K_{Cons} = K_t$		$K_{Lanç} = 1$	
$K_{Cap\ Classe}$	Coeficiente que considera a qualidade da água, com base na classe de enquadramento dos corpos hídricos.	Classe		Valor	
		1		1,1	
		2		1	
		3		0,9	
		4		0,8	
K_t	Coeficiente que considera as boas práticas de uso e conservação da água.	Tipos de usuários		Valor	
		Irrigação, criação animal e aquicultura		0,025	
		Demais usuários		1	
Demais Coeficientes					
$K_{Gestão}$	Considera as condições para retorno dos recursos financeiros.	Tipos de usuários		Valor	
		Condições Favoráveis		1	
		Condições Desfavoráveis		0	
$K_{Prioridade}$	Coeficiente que possibilita o ajuste em situações de escassez.	Valor Único			
		0,5			

Fonte: Adaptado do CBHSF, 2008b.

4.2 Identificação das falhas e dos aspectos passíveis de melhorias

Para a identificação das falhas e dos aspectos passíveis de melhorias analisou-se detalhadamente os componentes do sistema de cobrança atual utilizados pela bacia, comparando-os com sistemas de cobrança similares e modelos de literatura.

4.3 Proposta para aperfeiçoamento do sistema de cobrança da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco

A partir das falhas e aspectos passíveis de melhorias identificadas foram propostas as modificações que corrigem ou adaptam o sistema de cobrança atual com base nos sistemas de cobrança de outras bacias e na literatura disponível sobre o tema.

4.4 Modelo de simulação aplicado à Região Hidrográfica do Submédio São Francisco

O modelo de simulação foi construído utilizando o recurso de tabelas da ferramenta Microsoft Office Excel 2010, de modo que pôde ser possível variar, de forma independente, cada termo das equações que compõem o sistema de cobrança atual e as melhorias propostas.

Para alimentar o modelo de simulação, utilizou-se o banco de dados *Outorgas_ANA_2001-2014.xls*, disponibilizado pela Agência Nacional das Águas - ANA em seu sítio de domínio público, que contém todas as informações referentes às outorgas concedidas pela ANA, desde 2001, para todas as bacias de domínio da União, em conjunto com o banco de dados *Cobrança_SãoFrancisco_2014.xls* disponibilizado pela Coordenação de Sustentabilidade Financeira e Cobrança da ANA – CSCOB/ANA, que contém as informações referentes aos valores de cobrança para toda a bacia no ano de 2014, bem como os dados constantes no

Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH que norteiam a cobrança.

Foram selecionados três usuários em três grupos (irrigação, saneamento e indústria) com pontos de captação e/ou lançamento inseridos na área da região hidrográfica do Submédio, além de um usuário de transposição. A escolha foi realizada de forma a selecionar usuários com características distintas para permitir a visualização do impacto de cada melhoria sugerida.

Para os usuários de irrigação considerou-se como critério para escolha dos usuários a serem simulados os diferentes métodos de irrigação e os diferentes tipos de cultura cultivados. Para os usuários de saneamento e indústria, considerou-se variações significativas nos volumes outorgados para captação e lançamento, bem como variações na quantidade de carga orgânica lançada. As informações utilizadas encontram-se nas TABs. 12, 13, 14 e 15.

Tabela 12 – Usuários com uso da água para irrigação.

ID	Área Plantada	Método	Cultura	Volumes anuais	
				Captação (m³/ano)	Consumo (m³/ano)
Irrig_1	115.2	Gotejamento	Uva	4.750.400	3.800.320
Irrig_2	400	Aspersão convencional	Coco Verde	19.158.392	15.342.040
Irrig_3	540	Sulcos de infiltração	Banana	26.770.000	21.416.000

Tabela 13 – Usuários com uso da água para saneamento.

Tabela 10 – Estudos com uso da água para saneamento.								
ID	Captação (m³/ano)	Volumes anuais			Consumo (m³/ano)	Carga Orgânica (kg/ano)	Perdas	Cef (mg/l)
		Lançamento		Não tratado (m³/ano)				
		Total (m³/ano)	Tratado (m³/ano)					
Sane_1	23.466.288	3.153.600	0	3.153.600	4.460.242	2.135.013	> 40%	330
Sane_2	8.973.569	6.687.822	6.687.822	0	2.285.747	368.265	> 40%	62
Sane_3	0	1.183.213	0	1.183.213	0	499.173	> 40%	422

Tabela 14 – Usuários com uso da água para indústria.

Tabela 11 - Emissões com uso da água para indústria:							
ID	Captação (m³/ano)	Volumes anuais			Consumo (m³/ano)	Carga Orgânica (kg/ano)	Cef (mg/l)
		Lançamento					
		Total (m³/ano)	Tratado (m³/ano)				
Ind_1	506.800	377.952	377.952	0	128.848	32.126	85
Ind_2	105.000	76.875	76.875	0	28.125	6.919	90
Ind_3	260.610	140.160	140.160	0	120.450	6.307	45

Tabela 15 – Usuário com uso da água para transposição.

ID	Volumes anuais	
	Captação (m³/ano)	Consumo (m³/ano)
Transp_1	832.550.400	832.550.440

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Identificação das falhas e dos aspectos passíveis de melhorias

O sistema de cobrança atual da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco é o mesmo desde a sua implementação em 2010. Assim como em outras bacias, os mecanismos iniciais foram criados da forma mais simples possível, com o intuito de promover um melhor entendimento e participação de todos os usuários, facilitando a aceitação da cobrança dos recursos hídricos. No entanto, foi previsto na Deliberação CBHSF nº 40/2008, aprovada pela Resolução CNRH nº 108/2010, bem como nas discussões que ocorreram no âmbito do comitê sobre a cobrança, que após três anos de implantação da cobrança seria necessário um aperfeiçoamento no sistema, para que melhor refletisse a realidade da bacia e promovesse o reconhecimento do valor real da água. Porém, até o momento, o sistema de cobrança não foi modificado.

Os aspectos passíveis de melhoria compreendem os três parâmetros das equações do sistema de cobrança atual, a saber: base de cálculo, preços públicos unitários e coeficientes.

5.1.1 Base de cálculo

A base de cálculo é um componente presente em todas as equações de sistema de cobrança com modelos similares aos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco. Ao analisar esse componente é possível detectar dois pontos passíveis de melhorias, um na equação de lançamento e outro na de consumo.

O primeiro aspecto se refere à base de cálculo que abrange a equação para o tipo de uso “lançamento”. Atualmente, a base de cálculo da equação de lançamento consiste na utilização da carga orgânica de $DBO_{5,20}$ lançada (CO_{DBO}), calculada por meio da multiplicação da concentração média anual referente à $DBO_{5,20}$ do efluente lançado (C_{DBO}) pelo volume anual de água lançado ($Q_{Lanç}$). Porém, na Nota Técnica SAG-ANA nº 06/2010 sobre a cobrança pelo uso da água na BHSF, há uma ressalva

de que essa forma de quantificação da base de cálculo deva ser aperfeiçoada, utilizando uma quantificação do volume necessário para diluição, ou seja, a vazão de diluição.

O segundo ponto se refere à quantificação do volume de água consumido para irrigação. Para simplificar o mecanismo de cobrança, a quantificação deste volume utiliza um coeficiente, o $K_{\text{Cons Irrig}}$, com valor igual a 0,8, que, ao ser multiplicado pelo volume captado, fornece o volume consumido para esses usuários. Deste modo, considera-se que 80% da água captada para irrigação é consumida. Tal consideração ignora o tipo de cultura irrigada ou o método de irrigação utilizado. Assim, usuários que utilizam métodos de irrigação mais eficientes ou os que irrigam culturas que demandem uma menor quantidade de água pagam o mesmo valor que usuários com características totalmente distintas, configurando um desincentivo à adoção de tecnologias de redução de uso de água e às boas práticas de uso dos recursos hídricos.

5.1.2 Preços Públicos Unitários (PPU)

Os PPU's adotados pelo sistema de cobrança da BHSF são iguais aos da BHPS e BHPCJ quando da implementação da cobrança em 2003 e 2006, respectivamente. Porém, os PPU's das demais bacias já passaram por aperfeiçoamentos ao longo dos anos e atualmente apresentam valores diferentes. Tal aperfeiçoamento não aconteceu na BHSF e a esta apresenta os mesmos valores desde 2010. A desatualização desses valores, ao longo dos anos, causa uma defasagem no sistema de cobrança, e, por isso, seria recomendável promover o ajuste a cada ano, com vistas à atualização dos valores cobrados.

5.1.3 Coeficientes

A utilização de coeficientes foi realizada de forma moderada no sistema de cobrança para facilitar o entendimento e envolvimento dos atores sociais participantes do processo, nos três primeiros anos da efetivação da cobrança. Os

coeficientes estão inseridos em três grupos principais – K_{Cap} , K_{Cons} e $K_{Lanç}$, que incorporam valores específicos para cada tipo de uso.

Porém, esses coeficientes englobam apenas fatores como enquadramento dos corpos d'água, deixando as boas práticas de uso e conservação da água tratadas de forma superficial. Além disso, o coeficiente $K_{Lanç}$ não foi desenvolvido durante a elaboração do sistema de cobrança, tendo seu valor estabelecido igual a 1 (um) para que não interferisse nos cálculos.

Até o presente momento, os valores dos coeficientes não foram aperfeiçoados, bem como, não foi proposto nenhum novo coeficiente a fim de que se possa evoluir o sistema de cobrança.

5.2 Proposta para aperfeiçoamento do sistema de cobrança da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco

5.2.1 Base de Cálculo

5.2.1.1 Equação de Lançamento

A substituição da base de cálculo da equação de lançamento atualmente utilizada, que considera a carga de $DBO_{5,20}$ lançada (CO_{DBO}), pela utilização do volume de água necessária para diluir a carga de poluentes lançados, ou seja a vazão de diluição, será baseada na Resolução CNRH nº 140, de 21 de março de 2012, que estabelece que a vazão de diluição seja calculada conforme a Equação 9, baseada em Kelman (1997):

$$Q_{dil} = Q_{ef} * \frac{(C_{ef} - C_{perm})}{(C_{perm} - C_{nat})} \quad (9)$$

Onde,

Q_{dil} vazão de diluição no ponto de lançamento (m^3/ano);

- Q_{ef} vazão do efluente que contém o parâmetro de qualidade analisado (m^3/ano);
 C_{ef} concentração do parâmetro de qualidade no efluente (mg/l);
 C_{perm} concentração permitida para o parâmetro de qualidade no manancial (mg/l);
 C_{nat} concentração natural do parâmetro de qualidade no corpo hídrico (mg/l).

A vazão de diluição deve ser somada à vazão do efluente lançado, compondo assim a vazão indisponível (Q_{indisp}), contida na Equação 10, ou seja, aquela efetivamente comprometida com o lançamento do efluente.

$$Q_{indisp} = Q_{dil} + Q_{ef} \quad (10)$$

5.2.1.2 Volume Consumido para Irrigação

O aperfeiçoamento proposto nesta base de cálculo consiste no desenvolvimento de um $K_{Cons\ Irrig}$ que incorpore a eficiência da metodologia de irrigação. O fator do tipo de tecnologia visa quantificar o volume de água consumido, considerado com base nos valores de eficiência de referência estabelecidos na Resolução ANA nº 707/2004, conforme demonstrados no QUADRO 5.

Quadro 5 – Coeficiente de consumo da irrigação.

	Tipo de Tecnologia	Valor
$K_{Cons\ Irrig}$	Gotejamento	0,95
	Microaspersão	0,90
	Pivô central	0,85
	Aspersão Convencional	0,75
	Sulcos de infiltração	0,60
	Inundação	0,50
	Outro	0,50
	Não Informado	0,50

5.2.2 Preços Públicos Unitários

Neste trabalho são sugeridos ajustes graduais e crescentes nos PPU's para os anos de 2016, 2017 e 2018, tendo como base o montante acumulado do Índice

Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA, desde a implementação do sistema de cobrança, em 2010, bem como as projeções do IPCA para os anos sugeridos. O IPCA consiste em um índice utilizado pelo Banco Central do Brasil desde junho de 1999 para medição da inflação sobre produtos e serviços e acompanhamento dos objetivos estabelecidos no sistema de metas de inflação.

O montante acumulado do IPCA desde 2010, ano no qual foram definidos os valores dos PPU's, até 2014 é de 30,56%, com acumulações anuais entre 5,84% e 6,50%, conforme pode ser observado na TAB. 16, com dados do IBGE (2015).

Tabela 16 – Variações mensais do IPCA 2010-2014.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Acumulado anual
2010	0,75	0,78	0,52	0,57	0,43	0,00	0,01	0,04	0,45	0,75	0,83	0,63	5,91
2011	0,83	0,80	0,79	0,77	0,47	0,15	0,16	0,37	0,53	0,43	0,52	0,50	6,50
2012	0,56	0,45	0,21	0,64	0,36	0,08	0,43	0,41	0,57	0,59	0,60	0,79	5,84
2013	0,86	0,60	0,47	0,55	0,37	0,26	0,03	0,24	0,35	0,57	0,54	0,92	5,91
2014	0,55	0,69	0,92	0,67	0,46	0,40	0,01	0,25	0,57	0,42	0,51	0,78	6,40
Total Acumulado													30,56

Fonte: Adaptado de IBGE, 2015.

A TAB. 17 apresenta a projeção de inflação para o IPCA anual (Focus mediana), para os anos de 2015, 2016, 2017 e 2018.

Tabela 17 – Projeção da variação do IPCA 2010-2014.

Acumulado		Projeção			
Ano	2010-2014	2015	2016	2017	2018
IPCA anual	30,56	8,97	5,50	4,75	4,50

Fonte: Adaptado de BCB, 2015.

Os ajustes sugeridos dos PPU's para os anos de 2016, 2017 e 2018 se baseiam no montante acumulado desde 2010 até 2014 e as projeções do IPCA para os anos de 2015, 2016, 2017 e 2018.

Foram levantadas duas hipóteses de ajuste dos PPU's, tendo em vista o alto valor defasado nos preços. A primeira hipótese agrupa todo o montante acumulado no período 2010 – 2014 (30,56%) com a projeção para o ano de 2015 (8,97%) e 2016 (5,50%), totalizando um ajuste de 45,03% aplicado integralmente em 2016. Os ajustes sugeridos para os anos de 2017 e 2018 abrangem a projeção para estes anos, no valor de 4,75% e 4,5% respectivamente. Os valores ajustados estão demonstrados na TAB. 18.

Tabela 18 – Primeira hipótese de ajuste dos PPU's.

Tipo de Uso	PPU atual (R\$/m³)	Novos PPU's		
		2016	2017	2018
Captação	0,01	0,015	0,015	0,016
Consumo	0,02	0,029	0,030	0,032
Lançamento	0,07	0,102	0,106	0,111

A segunda hipótese agrupa o montante acumulado no período 2010 – 2014 (30,56%) com a projeção para o ano de 2015 (8,97%), totalizando um ajuste de 39,53% a ser dividido igualmente para os três anos propostos, o que resulta uma parcela de 13,18% somada com a projeção do ano em questão. Deste modo, o ajuste seria de 18,68% para o ano de 2016, 17,93% para o ano de 2017 e 17,68% para o ano de 2018. Os valores dos PPU's ajustados são apresentados na TAB. 19.

Tabela 19 – Segunda hipótese de ajuste dos PPU's.

Tipo de Uso	PPU atual (R\$/m³)	Novos PPU's		
		2016	2017	2018
Captação	0,01	0,012	0,014	0,016
Consumo	0,02	0,024	0,028	0,033
Lançamento	0,07	0,083	0,098	0,115

5.2.3 Coeficientes

As alterações nos coeficientes estão centradas no agrupamento de distintos fatores em um único coeficiente para cada categoria de uso considerado pelo sistema de cobrança atual – K_{Cap} , K_{Cons} e $K_{Lanç}$, bem como na criação de um novo

grupo de coeficientes a ser inserido na equação do total a ser pago – K_{Total} e na equação de Alocação Externa – $K_{Aloc\ Ext}$. No primeiro grupo de coeficientes está o coeficiente de captação – K_{Cap} , que agrupa distintos parâmetros admissíveis para essa situação (QUADRO 6).

Quadro 6 – Coeficiente de Captação - K_{Cap} .

Coeficiente de Captação		
$K_{Cap} = K_{Classe} * K_t * K_{Ag}$		
K_{Classe} <i>Situação:</i> Existente <i>Descrição:</i> Nome alterado para Coeficiente de Enquadramento dos Corpos Hídricos - K_{Classe} .	Classe	Valor
	1	1,1
	2	1
	3	0,9
	4	0,8
K_t <i>Situação:</i> Existente <i>Descrição:</i> Foram consideradas variações dos valores quanto à tecnologia de irrigação utilizada e quanto ao índice de perdas dos usuários de saneamento.	Tipos de usuários	Valor
	Pecuária e aquicultura	0,025
	Irrigação	
	Gotejamento	0,05
	Microaspersão	0,10
	Pivô central	0,15
	Autopropelido	0,15
	Aspersão Convencional	0,25
	Sulcos de infiltração	0,40
	Inundação	0,50
	Outro	0,50
	Não Informado	0,50
	Abastecimento Público	
	Perdas $\leq 20\%$	0,85
	$20\% \leq \text{Perdas} \leq 25\%$	0,90
	$25\% \leq \text{Perdas} \leq 30\%$	0,95
	$30\% \leq \text{Perdas} \leq 35\%$	1,00
	$35\% \leq \text{Perdas} \leq 40\%$	1,05
	Perdas $> 40\%$	1,10
	Não informado	1,10
	Demais usuários	1
K_{Ag} <i>Situação:</i> Novo <i>Coeficiente de aglomeração:</i> variações dos valores relacionadas com zonas de aglomeração dos pontos de captação e/ou lançamento.	Região Hidrográfica	Valor
	Alto SF	0,7
	Médio SF	0,9
	Submédio SF	1,1
	Baixo SF	0,7

O Coeficiente de Enquadramento dos Corpos Hídricos – K_{Classe} já é considerado no sistema de cobrança atual, com outra nomenclatura $K_{Cap\ Classe}$, porém a alteração na nomenclatura se fez necessária tendo em vista que esse

mesmo coeficiente também será considerado nos grupos dos Coeficiente de Lançamento e de Alocação Externa.

O Coeficiente de boas práticas de uso e conservação da água – K_t também já é considerado no sistema de cobrança atual, porém só pondera uma distinção entre os usos agropecuários – irrigação, criação animal e aquicultura – com valor igual a 0,025, e os demais tipos de usos, com valor igual a 1. A alteração proposta mantém o valor de 0,025 apenas para os usuários de criação animal e aquicultura. Para os usuários de irrigação os valores são variáveis, de acordo com o método de irrigação utilizado, com base nos termos de eficiência de referência da Resolução ANA nº 707/2004. Para os usuários de abastecimento público é considerada, também, a porcentagem de perdas declarada pela concessionária de água, tomando como base os valores adotados pelo sistema de cobrança da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul, através da Deliberação CEIVAP nº 218/2014 (TAB. 4)

O Coeficiente de Aglomeração – K_{Ag} foi criado para classificar e dividir a área da bacia mediante a aglomeração dos pontos de captação e/ou de lançamento por região hidrográfica. A aglomeração dos pontos foi calculada através da divisão do comprimento do rio em cada região hidrográfica pelo número de outorgas concedidas para aquele trecho, conforme apresentado na TAB. 20.

Tabela 20 – Coeficiente de Aglomeração - K_{Ag} .

Região Hidrográfica	Comprimento do rio (km)	Outorgas concedidas	Fator de Aglomeração (Outorgas/comprimento do rio)
Alto	702	421	0,60
Médio	1.230	1.753	1,43
Submédio	550	2.133	3,88
Baixo	214	131	0,61

A região hidrográfica do Submédio apresenta o maior fator de aglomeração e, portanto, se atribuiu um valor do coeficiente superior aos demais, com valor de 1,1, seguidos pela região do Médio com valor de 0,9 e pelas regiões do Alto e Baixo com valor de 0,7.

No segundo grupo de coeficientes está o coeficiente de consumo – K_{Cons} , igual ao K_t adaptado para o grupo K_{Cap} , conforme demonstrado no QUADRO 7.

Quadro 7 – Coeficiente de Consumo - KCons.

Coeficiente de Consumo		
$K_{Cons} = K_t$		
K_t <i>Situação:</i> Existente <i>Descrição:</i> Foram consideradas variações dos valores quanto à tecnologia de irrigação utilizada e quanto ao índice de perdas dos usuários de saneamento.	Tipos de usuários	Valor
	Pecuária e aquicultura	0,025
	Irrigação	
	Gotejamento	0,05
	Microaspersão	0,10
	Pivô central	0,15
	Autopropelido	0,15
	Aspersão Convencional	0,25
	Sulcos de infiltração	0,40
	Inundação	0,50
	Outro	0,50
	Não Informado	0,50
	Abastecimento Público	
	Perdas ≤ 20%	0,85
	20% ≤ Perdas ≤ 25%	0,90
	25% ≤ Perdas ≤ 30%	0,95
	30% ≤ Perdas ≤ 35%	1,00
	35% ≤ Perdas ≤ 40%	1,05
	Perdas > 40%	1,10
	Não informado	1,10
	Demais usuários	1

O terceiro grupo apresenta o coeficiente de lançamento – $K_{Lanç}$, que estão descritos no QUADRO 8.

Quadro 8 – Coeficiente de Lançamento – $K_{Lanç}$.

Coeficiente de Lançamento		
$K_{Lanç} = K_{Classe} * K_{Trat} * K_{Ag}$		
K_{Classe}	<i>Situação:</i> Existente para a Captação <i>Descrição:</i> Sem alterações	Classe
		Valor
		1
		2
		3
K_{Trat}	<i>Situação:</i> Novo Coeficiente de Tratamento: variações dos valores relacionadas com a porcentagem de volume tratado antes do lançamento.	% Tratamento
		Valor
		0 – 20%
		21 – 50%
		51 – 70%
K_{Ag}	<i>Situação:</i> Novo Coeficiente de aglomeração: variações dos valores relacionadas com zonas de aglomeração dos pontos de captação e/ou lançamento.	Região Hidrográfica
		Valor
		Alto SF
		Médio SF
		Submédio SF
		Baixo SF

O K_{Classe} e o K_{Ag} considerados no $K_{Lanç}$ são os mesmos utilizados no K_{Cap} . No entanto, também é considerado para esse grupo o coeficiente K_{Trat} , que pondera valores distintos de acordo com a porcentagem de volume tratado pelo usuário, em um intervalo de 1,2 a 0,6.

Para a equação do total é proposta a criação de um Coeficiente Total, o K_{Total} , em virtude de que no sistema de cobrança atual só é considerado um único coeficiente, o $K_{Gestão}$, mantido em sua integralidade nessa proposta, por se tratar de uma ferramenta administrativa. Porém, como melhoria, se propõe a consideração de outro aspecto: situações de escassez ou excedência hídrica. Tal inserção justifica a criação de um novo grupo de coeficientes de forma a agrupar ambos os aspectos considerados. No QUADRO 9 pode-se observar este coeficiente.

Quadro 9 – Coeficiente Total – K_{Total} .

Coeficiente Total			
$K_{Total} = K_{Gestão} * K_{Esc}$			
$K_{Gestão}$	<i>Situação: Existente</i> <i>Descrição: Sem alterações</i>	Condição	Valor
		Favorável	1
		Desfavorável	0
K_{Disp}	<i>Situação: Novo</i> Coeficiente de Disponibilidade: variações dos valores em situações de escassez ou de vazão excedente.	Situação	Valor
		Excedente	0,6
		Normal	0,8
		Crítica	1,4

O Coeficiente de Disponibilidade – K_{Disp} atribui valores distintos para que possa ser possível variar o valor final a ser pago pelo usuário com base na disponibilidade hídrica do ano em questão, e dessa forma, induzir a redução de desperdício e a economia de água.

Na equação que quantifica o valor a ser pago pela alocação externa é proposta a criação de um coeficiente geral que agrupa os coeficientes a serem utilizados nessa equação, o $K_{AlocExt}$, para um melhor entendimento e manipulação dos aspectos considerados. O seu desmembramento pode ser observado no QUADRO 10.

Quadro 10 – Coeficiente de Alocação Externa - $K_{Aloc\ Ext}$

Coeficiente de Alocação Externa			
$K_{Aloc\ Ext} = K_{Cap\ Classe} * K_{Prioridade} * K_{Gestão} * K_{Esc}$			
K_{Classe}	<i>Situação:</i> Existente para a Captação <i>Descrição:</i> Sem alterações	<i>Classe</i>	<i>Valor</i>
		1	1,1
		2	1
		3	0,9
		4	0,8
$K_{Prioridade}$	<i>Situação:</i> Existente <i>Descrição:</i> Adicionar usos não prioritários	<i>Tipo de uso</i>	<i>Valor</i>
		Prioritários	0,5
		Não prioritários	1
$K_{Gestão}$	<i>Situação:</i> Existente <i>Descrição:</i> Sem alterações	<i>Condição</i>	<i>Valor</i>
		Favorável	1
		Desfavorável	0
K_{Disp}	<i>Situação:</i> Novo Coeficiente de Disponibilidade: variações dos valores em situações excedentes ou de escassez.	<i>Situação</i>	<i>Valor</i>
		Excedente	0,6
		Normal	0,8
		Crítica	1,4

Com exceção do $K_{Prioridade}$, todos os demais coeficientes utilizados no $K_{AlocExt}$ são similares aos já utilizados nos coeficientes anteriores. No $K_{Prioridade}$ são adotadas duas situações: *situações normais* onde a finalidade da água transposta é considerada como uso prioritário em conjunto com os demais usuários (todos os usuários apresentam um mesmo grau de importância); e, *situações críticas* onde se faça necessária a distinção da finalidade de uso da água transposta para uma alocação mais igualitária (o grau de importância da água transposta de acordo com a finalidade de uso). Mediante essas duas situações, a classificação do coeficiente com base na prioridade de uso permite a distinção do usuário em situações críticas.

5.3 Simulações das melhorias na Região Hidrográfica do Submédio São Francisco

5.3.1 Preços Públicos Unitários

As simulações das melhorias propostas de ajuste para os PPU's ocorreram para as duas hipóteses e podem ser comparadas com os valores pagos atualmente no sistema de cobrança da bacia, através da arrecadação no ano de 2014.

Na TAB. 21 consta a simulação do ajuste dos PPU's para os usuários irrigantes nos anos de 2016, 2017 e 2018, nas duas hipóteses propostas.

Tabela 21 – Simulação para os usuários com uso da água para irrigação.

		Valores (R\$)				
ID	Ano	Captação	Consumo	Lançamento	Total	
Hipótese 1	Irrig_1	2014	1.187,60	1.900,16	0,00	3.087,76
		2016	1.662,64	2.755,23	0,00	4.417,87
		2017	1.781,40	2.850,24	0,00	4.631,64
		2018	1.900,16	3.040,26	0,00	4.940,42
	Irrig_2	2014	4.789,58	7.671,02	0,00	12.460,60
		2016	6.705,44	11.122,98	0,00	17.828,42
		2017	7.184,40	11.506,53	0,00	18.690,93
		2018	7.663,36	12.273,63	0,00	19.936,99
	Irrig_3	2014	7.361,75	10.708,00	0,00	18.069,75
		2016	9.369,50	15.526,60	0,00	24.896,10
		2017	10.038,75	16.062,00	0,00	26.100,75
		2018	10.708,00	17.132,80	0,00	27.840,80
Hipótese 2	Irrig_1	2014	1.187,60	1.900,16	0,00	3.087,76
		2016	1.425,12	2.280,19	0,00	3.705,31
		2017	1.662,64	2.660,22	0,00	4.322,86
		2018	1.900,16	3.135,26	0,00	5.035,42
	Irrig_2	2014	4.789,58	7.671,02	0,00	12.460,60
		2016	5.747,52	9.205,22	0,00	14.952,74
		2017	6.705,44	10.739,43	0,00	17.444,87
		2018	7.663,36	12.657,18	0,00	20.320,54
	Irrig_3	2014	7.361,75	10.708,00	0,00	18.069,75
		2016	8.031,00	12.849,60	0,00	20.880,60
		2017	9.369,50	14.991,20	0,00	24.360,70
		2018	10.708,00	17.668,20	0,00	28.376,20

Os usuários com uso da água para irrigação não são cobrados pela parcela do lançamento de água. Pode-se perceber que, na hipótese 1, as simulações para o ano de 2016, tanto para captação como para consumo, apresentaram valores a serem pagos bem superiores aos da hipótese 2 para o mesmo ano, principalmente na parcela de água consumida pelo usuário. No entanto, no ano final de ajuste dos preços sugeridos, o ano de 2018, os valores a serem pagos se assemelham em todos os usuários e em todas as simulações, o que demonstra que independentemente da hipótese de ajuste dos preços adotada o valor final a ser pago no ano de 2018 é praticamente igual.

Os resultados das simulações para os usuários de saneamento selecionados estão demonstradas na TAB. 22.

Tabela 22 – Simulação para os usuários com uso da água para saneamento.

Tabela 22 – Simulação para os aduanos com uso da água para saneamento:						
		Valores (R\$)				
ID	Ano	Captação	Consumo	Lançamento	Total	
Hipótese 1	Sane_1	2014	234.662,88	89.204,83	149.450,92	390.093,31
		2016	328.528,03	129.347,01	217.771,37	675.646,41
		2017	351.994,32	133.807,25	226.311,43	712.113,00
		2018	375.460,61	142.727,73	236.986,50	755.174,84
	Sane_2	2014	89.735,68	45.714,93	25.778,54	161.229,15
		2016	125.629,96	66.286,66	37.563,06	229.479,68
		2017	134.603,53	68.572,40	39.036,12	242.212,06
		2018	143.577,10	73.143,90	40.877,45	257.598,45
	Sane_3	2014	0,00	0,00	34.942,17	34.942,17
		2016	0,00	0,00	50.915,75	50.915,75
		2017	0,00	0,00	52.912,44	52.912,44
		2018	0,00	0,00	55.408,31	55.408,31
Hipótese 2	Sane_1	2014	234.662,88	89.204,83	149.450,92	473.318,63
		2016	281.595,46	107.045,80	177.206,12	565.847,37
		2017	328.528,03	124.886,76	209.231,32	662.646,12
		2018	375.460,61	147.187,97	245.526,55	768.175,13
	Sane_2	2014	89.735,68	45.714,93	25.778,54	161.229,15
		2016	107.682,83	54.857,92	30.566,02	193.106,77
		2017	125.629,96	64.000,91	36.090,00	225.720,87
		2018	143.577,10	75.429,64	42.350,51	261.357,25
	Sane_3	2014	0,00	0,00	34.942,17	34.942,17
		2016	0,00	0,00	41.431,44	41.431,44
		2017	0,00	0,00	48.919,05	48.919,05
		2018	0,00	0,00	57.405,01	57.405,01

Os usuários com uso da água para saneamento são cobrados de acordo com o tipo de outorga que possuem – separa captação e lançamento ou apenas lançamento de efluentes. Esses resultados apresentados para os usuários de saneamento são semelhantes aos usuários irrigantes. Na hipótese 1 há picos nos valores a serem pagos no ano de 2016, na medida em que na hipótese 2, os ajustes graduais promovem um valor final para o ano de 2018 praticamente igual.

Para os usuários industriais, cujos resultados são apresentados na TAB. 23, pode-se afirmar que a situação foi igual às simulações anteriores. Bem como, para o usuário com tipo de uso para alocação externa (TAB. 24).

Tabela 23 – Simulação para os usuários com uso da água para indústria.

Tabela 26 - Simulação para os usuários com uso da água para indústria.						
		Valores (R\$)				
ID	Ano	Captação	Consumo	Lançamento	Total	
Hipótese 1	Ind_1	2014	5.068,00	2.576,96	2.248,81	9.893,77
		2016	7.095,20	3.736,60	3.276,84	14.108,64
		2017	7.602,00	3.865,45	3.405,35	14.872,79
		2018	8.108,80	4.123,14	3.565,97	15.797,92
	Ind_2	2014	1.050,00	562,50	484,31	2.096,81
		2016	1.470,00	815,63	705,71	2.991,34
		2017	1.575,00	843,75	733,39	3.152,14
		2018	1.680,00	900,00	767,98	3.347,98
	Ind_3	2014	2.606,10	2.409,00	441,50	5.456,60
		2016	3.648,54	3.493,05	643,33	7.784,92
		2017	3.909,15	3.613,50	668,56	8.191,21
		2018	4.169,76	3.854,40	700,10	8.724,26
Hipótese 2	Ind_1	2014	5.068,00	2.576,96	2.248,81	9.893,77
		2016	6.081,60	3.092,36	2.666,45	11.840,41
		2017	7.095,20	3.607,75	3.148,34	13.851,29
		2018	8.108,80	4.251,99	3.694,48	16.055,27
	Ind_2	2014	1.050,00	562,50	484,31	2.096,81
		2016	1.260,00	675,00	574,26	2.509,26
		2017	1.470,00	787,50	678,04	2.935,54
		2018	1.680,00	928,13	795,66	3.403,78
	Ind_3	2014	2.606,10	2.409,00	441,50	5.456,60
		2016	3.127,32	2.890,80	523,50	6.541,62
		2017	3.648,54	3.372,60	618,11	7.639,25
		2018	4.169,76	3.974,85	725,33	8.869,94

Tabela 24 – Simulação para os usuários com uso da água para alocação externa.

		Valores (R\$)	
ID	Ano	Captação	
Hipótese 1	Transp_1	2014	12.488.256,40
		2016	17.899.834,18
		2017	18.732.384,60
		2018	19.981.210,24
Hipótese 2	Transp_1	2014	12.488.256,40
		2016	14.985.907,68
		2017	17.483.558,96
		2018	20.397.485,46

Na TAB. 25 é possível avaliar o montante acumulado para cada usuário ao término dos três anos, em cada uma das hipóteses.

Tabela 25 – Montante acumulado.

ID	Cobrado (R\$)		Valores Simulados (R\$)			
	2014		2016	2017	2018	Acumulado
Irrig_1	3.087,76	1	4.417,87	4.631,64	4.940,42	13.989,93
		2	3.705,31	4.322,86	5.035,42	13.063,60
Irrig_2	12.460,60	1	17.828,42	18.690,93	19.936,99	56.456,33
		2	14.952,74	17.444,87	20.320,54	52.718,15
Irrig_3	18.069,75	1	24.896,10	26.100,75	27.840,80	78.837,65
		2	20.880,60	24.360,70	28.376,20	73.617,50
Sane_1	390.093,31	1	675.646,41	712.113,00	755.174,84	2.142.934,25
		2	565.847,37	662.646,12	768.175,13	1.996.668,62
Sane_2	161.229,15	1	229.479,68	242.212,06	257.598,45	729.290,18
		2	193.106,77	225.720,87	261.357,25	680.184,89
Sane_3	34.942,17	1	50.915,75	52.912,44	55.408,31	159.236,50
		2	41.431,44	48.919,05	57.405,01	147.755,50
Ind_1	9.893,77	1	14.108,64	14.872,79	15.797,92	44.779,35
		2	11.840,41	13.851,29	16.055,27	41.746,97
Ind_2	2.096,81	1	2.991,34	3.152,14	3.347,98	9.491,46
		2	2.509,26	2.935,54	3.403,78	8.848,58
Ind_3	5.456,60	1	7.784,92	8.191,21	8.724,26	24.700,40
		2	6.541,62	7.639,25	8.869,94	23.050,80
Transp_1	12.488.256,40	1	17.899.834,18	18.732.384,60	19.981.210,24	56.613.429,02
		2	14.985.907,68	17.483.558,96	20.397.485,46	52.866.952,10

Percebe-se que, na hipótese 1, as simulações para o ano de 2016 apresentaram valores a serem pagos superiores aos da hipótese 2 para o mesmo ano. No entanto, no ano final de ajuste dos preços sugeridos, o ano de 2018, os valores a serem pagos se assemelham em todos os usuários e simulações, o que demonstra que independentemente da hipótese de ajuste dos preços adotada, o valor final a ser pago a partir do ano de 2018 é semelhante.

Embora o montante acumulado ao longo dos três anos simulados seja sempre maior na hipótese 1, pode-se afirmar que a hipótese 2 se apresenta como uma melhor alternativa para ajuste dos PPU's atualmente aplicados na bacia, tendo em vista que um ajuste progressivo causa um menor impacto aos usuários e provoca uma maior aceitação por parte dos entes envolvidos, uma vez que tal decisão deve ser discutida e acordada no âmbito do comitê da bacia. Deste modo, para as simulações das melhorias propostas na estrutura da cobrança a hipótese 2 será a hipótese utilizada.

5.3.2 Estrutura do sistema de cobrança

As melhorias propostas para aperfeiçoamento do sistema de cobrança da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco foram simuladas em etapas, com o intuito de avaliar a interferência de cada uma das alterações de forma isolada, e, ao final, de forma conjunta. Utilizaram-se, apenas como referência, os resultados obtidos com a hipótese 2 (Hip. 2) para o ano de 2016, tendo em vista que para os demais anos a modificação abrange apenas o ajuste dos preços, aspecto já simulado no tópico anterior. No QUADRO 11 são descritas as etapas da simulação em cada grupo de usuários.

Quadro 11– Melhorias simuladas.

Etapas	Usuário	Melhoria simulada			Total
		Captação	Consumo	Lançamento	
1	Irrigação		$K_{\text{Cons Irrig}}$		
2		K_t	K_t		
3		K_{Ag}			
4					K_{Disp} (Excedente)
5					K_{Disp} (Normal)
6					K_{Disp} (Crítica)
1	Saneamento	K_t	K_t	Q_{Indisp}	
2		K_{Ag}		K_{Ag}	
3				K_{Trat}	
4					K_{Disp} (Excedente)
5					K_{Disp} (Normal)
6					K_{Disp} (Crítica)
1	Indústria	K_t	K_t	Q_{Indisp}	
2		K_{Ag}		K_{Ag}	
3				K_{Trat}	
4					K_{Disp} (Excedente)
5					K_{Disp} (Normal)
6					K_{Disp} (Crítica)
1	Alocação Externa				$K_{\text{Prioridade}}$ (Prioritário)
2					K_{Disp} (Excedente)
3					K_{Disp} (Normal)
4					K_{Disp} (Crítica)
5					$K_{\text{Prioridade}}$ (Não Prioritário)
6					K_{Disp} (Excedente)
7					K_{Disp} (Normal)
8					K_{Disp} (Crítica)

Na TAB. 26 consta a simulação das alterações sugeridas aos usuários com tipo de uso da água para irrigação.

Tabela 26 – Simulação para usuários com uso para irrigação.

		Valores (R\$)			
ID		Captação	Consumo	Lançamento	Total
Irrig_1	Hip. 2	1.425,12	2.280,19	0,00	3.705,31
	Etapas	1	1.425,12	2.707,73	3.895,33
		2	1.425,12	2.707,73	4.132,85
		3	1.567,63	2.707,73	4.275,36
		4	1.567,63	2.707,73	2.565,22
		5	1.567,63	2.707,73	3.420,29
		6	1.567,63	2.707,73	5.985,50
Irrig_2	Hip. 2	5.747,52	9.205,22	0,00	12.952,74
	Etapas	1	5.747,52	8.621,28	13.410,86
		2	11.495,04	17.242,55	28.737,59
		3	12.644,54	17.242,55	29.887,09
		4	12.644,54	17.242,55	17.932,25
		5	12.644,54	17.242,55	23.909,67
		6	12.644,54	17.242,55	41.841,93
Irrig_3	Hip. 2	8.031,00	12.849,60	0,00	20.880,60
	Etapas	1	8.031,00	9.637,20	16.998,95
		2	19.274,40	23.129,28	42.403,68
		3	21.201,84	23.129,28	44.331,12
		4	21.201,84	23.129,28	26.598,67
		5	21.201,84	23.129,28	35.464,90
		6	21.201,84	23.129,28	62.063,57

Com a introdução dos novos valores do $K_{\text{Cons Irrig}}$ (Simulação 1) as arrecadações dos usuários que utilizam métodos de irrigação com maior consumo de água– Irrig_1 e Irrig_2 – se elevam. No usuário Irrig_3 o método utilizado consome uma parcela menor de água, de forma que a maior parte da água retorna ao corpo hídrico, embora não seja tão eficiente quanto os demais.

O aspecto da eficiência do método de irrigação utilizado é incorporado na simulação 2, onde pode-se perceber que para o usuário Irrig_1 as alterações no K_t não são significativas, uma vez que este usuário já faz uso do método mais eficiente de irrigação, e, portanto, os valores cobrados são baixos. Em contraposto, os outros usuários que utilizam métodos menos eficientes apresentaram um aumento expressivo, o que demonstra ser um interessante incentivo para a utilização de métodos mais eficientes.

O K_{Ag} foi igual em todos os usuários, tendo em vista estarem inseridos em uma mesma região hidrográfica. Ainda assim, é possível destacar a sua importância ao promover uma diferenciação nos valores cobrados de acordo com a aglomeração dos pontos de captação. As simulações do K_{Disp} apresentaram-se com uma capacidade de promover o uso racional da água, visto que, em situações críticas de escassez, o valor final a ser pago aumenta consideravelmente ao ser comparado com situações de vazão excedente.

As simulações que envolvem os usuários com uso da água para saneamento estão descritos na TAB. 27.

Tabela 27 – Simulação para usuários com uso da água para saneamento.

ID	Ano	Valores (R\$)			
		Captação	Consumo	Lançamento	Total
Sane_1	Hip. 2	281.595,46	107.045,80	177.206,12	565.847,37
	Etapas	1 309.755,00	117.750,38	24.566.994,51	24.994.499,89
		2 340.730,50	117.750,38	27.023.693,97	27.482.174,85
		3 340.730,50	117.750,38	32.428.432,76	32.886.913,64
		4 340.730,50	117.750,38	32.428.432,76	19.732.148,18
		5 340.730,50	117.750,38	32.428.432,76	26.309.530,91
		6 340.730,50	117.750,38	32.428.432,76	46.041.679,09
Sane_2	Hip. 2	107.682,83	54.857,92	30.566,02	193.106,77
	Etapas	1 118.451,11	60.343,72	9.595.113,76	9.773.908,59
		2 130.296,22	60.343,72	10.554.625,14	10.745.265,07
		3 130.296,22	60.343,72	6.332.775,08	6.523.415,02
		4 130.296,22	60.343,72	6.332.775,08	3.914.049,01
		5 130.296,22	60.343,72	6.332.775,08	5.218.732,01
		6 130.296,22	60.343,72	6.332.775,08	9.132.781,03
Sane_3	Hip. 2	0,00	0,00	41.431,44	41.431,44
	Etapas	1 0,00	0,00	11.798.833,00	11.798.833,00
		2 0,00	0,00	12.978.716,30	12.978.716,30
		3 0,00	0,00	15.574.459,56	15.574.459,56
		4 0,00	0,00	15.574.459,56	9.344.675,74
		5 0,00	0,00	15.574.459,56	12.459.567,65
		6 0,00	0,00	15.574.459,56	21.804.243,38

Essas simulações apresentam algumas semelhanças aos usuários de irrigação, como a implementação dos novos valores de K_t (Simulação 1 – captação e consumo), do K_{Ag} (Simulação 3) e do K_{Disp} (Simulações 4, 5 e 6). Contudo, destaca-se a utilização da Q_{Indisp} em substituição da CO_{DBO} , que resultam em valores

arrecadados muito altos. Os cálculos demonstram que, em virtude das altas cargas orgânicas, esses valores se elevam consideravelmente, apresentando-se inviável para uma real aplicação no sistema de cobrança mediante a aceitação dos usuários, embora valores elevados pudessem coibir o lançamento de efluentes e consequentemente a promover uma maior qualidade do corpo hídrico.

A simulação 3 implementa o K_{Trat} , que se apresentou de forma eficaz ao reduzir o valor ao ser cobrado no usuário Sane_2, que promove o tratamento de 100% do seu efluente, e ao aumentar o valor a ser cobrado aos usuários que não tratam os seus efluentes. Influenciando, dessa forma, o uso racional da água e incentivando a adoção de medidas de tratamento para seus efluentes a fim de reduzir o valor a ser pago pela cobrança do uso da água.

As simulações dos usuários industriais estão contempladas na TAB. 28.

Tabela 28 – Simulação para usuários com uso para indústria.

ID	Ano	Valores (R\$)			
		Captação	Consumo	Lançamento	Total
Ind_1	Hip. 2	6.081,60	3.092,36	2.666,45	11.840,41
	Etapas	1 6.081,60	3.092,36	717.028,48	726.202,44
		2 6.689,76	3.092,36	788.731,33	798.513,45
		3 6.689,76	3.092,36	473.238,80	483.020,92
		4 6.689,76	3.092,36	473.238,80	289.812,55
		5 6.689,76	3.092,36	473.238,80	386.416,73
		6 6.689,76	3.092,36	473.238,80	676.229,28
Ind_2	Hip. 2	1.260,00	675,00	574,26	2.509,26
	Etapas	1 1.260,00	675,00	161.338,66	163.273,66
		2 1.386,00	675,00	177.472,53	179.533,53
		3 1.386,00	675,00	106.483,52	108.544,52
		4 1.386,00	675,00	106.483,52	65.126,71
		5 1.386,00	675,00	106.483,52	86.835,61
		6 1.386,00	675,00	106.483,52	151.962,32
Ind_3	Hip. 2	3.127,32	2.890,80	523,50	6.641,62
	Etapas	1 3.127,32	2.890,80	144.585,05	150.603,17
		2 3.440,05	2.890,80	159.043,56	165.374,41
		3 3.440,05	2.890,80	95.426,13	101.756,99
		4 3.440,05	2.890,80	95.426,13	61.054,19
		5 3.440,05	2.890,80	95.426,13	81.405,59
		6 3.440,05	2.890,80	95.426,13	142.459,78

Os resultados para os usuários industriais são similares aos usuários de saneamento, tendo em vista apresentarem as mesmas alterações. No entanto, o K_t não teve os valores modificados para esses usuários, não alterando assim os resultados.

A TAB. 29 que apresenta os resultados da simulação do usuário de alocação externa, o usuário Transp_1, contempla as alterações no $K_{Prioridade}$ (Simulações 1 e 5) e no K_{Disp} , cujos resultados são similares aos apresentados para os demais usuários.

Tabela 29 – Simulação para usuário com uso para alocação externa.

ID	Valores (R\$)	
	Total	
Transp_1	Hip. 2	14.985.907,68
	Etapas	1 14.985.907,68
		2 8.991.544,61
		3 11.988.726,14
		4 20.980.270,75
		5 29.971.815,36
		6 17.983.089,22
		7 23.977.452,29
		8 41.960.541,50

No $K_{Prioridade}$ são adotadas as duas situações: *situações normais* na qual a finalidade da água transposta é considerada como uso prioritário em conjunto com os demais usuários (todos apresentam um mesmo grau de importância) ;e, *situações críticas* na qual se faça necessário a distinção da finalidade de uso da água transposta para uma alocação mais igualitária (o grau de importância da água transposta de acordo com a finalidade de uso). Para essa simulação, o usuário de alocação externa possui outorga com finalidade de uso para abastecimento público e, portanto, em situações normais ou de escassez hídrica o seu uso é sempre prioritário.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de cobrança da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco foi implementado no ano de 2010, de uma forma simples, para que promovesse a aceitação dos usuários e a compreensão de todos os entes envolvidos no processo e execução desse instrumento. No entanto, nenhum ajuste ou melhoria foi planejado ou realizado ao longo dos últimos anos, causando uma desvalorização do sistema de cobrança, ao não conseguir refletir, com eficiência, a situação atual dos recursos hídricos e da economia no Brasil e, tão pouco, as singularidades de cada um de seus usuários e da sua região.

Todos os instrumentos de gestão de recursos hídricos previstos na Lei nº 9.433/1997 já estão implementados na Bacia Hidrográfica do rio São Francisco, no âmbito federal. A implementação da cobrança opera como um indicador da integração desses instrumentos, tendo em vista que a sua eficiência depende de outras informações contidas nas outorgas e nos dados cadastrados no CNARH. No entanto, essas informações já necessitam de atualização e revisão, o que poderá ocorrer nos estudos de revisão do Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (2016-2025) com lançamento previsto ainda para este ano de 2016.

Vale salientar também, a pouca articulação e integração existente entre os órgãos estaduais e federais no que se refere à cobrança na Bacia Hidrográfica do rio São Francisco. O ideal seria que a cobrança tivesse sido iniciada, simultaneamente, em todas as sub-bacias, independentemente do domínio de suas águas, se do Estado ou da União. Apesar disso, em nível federal a cobrança ocorre no curso principal do rio e em nível estadual a cobrança ocorre apenas na sub-bacia afluenta do rio das Velhas - MG.

A defasagem acumulada nos valores estabelecidos para os PPU's causa uma incompatibilidade com a economia atual. As taxas inflacionárias, segundo o IPCA, desde a implementação da cobrança no rio São Francisco, totalizam aproximadamente 40%, demonstrando assim, o grande incremento que poderia ocorrer na geração de receitas para a bacia e a influência da correção monetária no planejamento dos investimentos necessários.

Há também uma discrepância na comparação dos valores adotados pela BHSF com os valores adotados nas demais bacias de domínio da União. Todas as bacias de domínio da União que possuem cobrança pelo uso da água implementada até o momento, apresentam valores de PPU's superiores aos do São Francisco. Em 2010, os valores propostos para implementação eram iguais aos adotados pelas Bacias Hidrográficas do rio Paraíba do Sul e dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, quando da implementação da cobrança em 2003 e 2006, respectivamente. Porém, os PPU's das bacias citadas já passaram por aperfeiçoamentos ao longo dos anos e atualmente apresentam valores diferentes. Do mesmo modo, a Bacia Hidrográfica do rio Doce também apresenta valores superiores nos preços adotados, embora tenha implementado a cobrança após a Bacia Hidrográfica do rio São Francisco e previsto também ajustes graduais já nos primeiros anos de aplicação do instrumento.

Nesta pesquisa, duas modificações foram sugeridas para a base de cálculo – a quantificação do volume consumido para irrigação e da vazão indisponível para a equação de lançamento. Porém, a adoção da Q_{Indisp} como base de cálculo para a equação de lançamento não se apresenta como uma alternativa real para implementação, tendo em vista os valores demasiadamente elevados que resultaram das simulações. Entretanto, as simulações nessa perspectiva demonstraram a situação atual do excessivo lançamento de efluentes com cargas orgânicas elevadas declaradas pelos usuários da bacia, alertando assim, a necessidade de revisão das outorgas concedidas e o controle do lançamento de efluentes com a finalidade de promover a manutenção da qualidade da água na bacia.

Todas as melhorias propostas nos coeficientes do sistema de cobrança demonstraram uma boa aplicabilidade, de forma que podem auxiliar na transparência e na equidade entre os distintos usos de água na bacia, englobando aspectos quantitativos, qualitativos e de proteção e prevenção a situações emergenciais que são capazes de beneficiar aqueles usuários que detêm de ações e técnicas mais sustentáveis ou de punir aqueles usuários que destoam dessa realidade.

Mediante o exposto, pode-se concluir que, apesar de sua aplicação ser recente, há a necessidade de revisões periódicas a fim de consolidar a cobrança e de se promover uma maior integração com os demais instrumentos, em todos os

domínios. Embora os resultados atuais da cobrança sejam satisfatórios e as perspectivas sejam promissoras, os efeitos esperados, tais como o uso racional, o estímulo à adoção de melhores práticas, a redução da poluição, entre outros, são observados discretamente, o que pode ser explicado também pelos baixos valores cobrados na bacia, especialmente para os usuários irrigantes.

Recomenda-se a realização de análises sobre o impacto econômico dessas mudanças propostas aos usuários cobrados na bacia, através da quantificação do aumento dos custos de produção, bem como os impactos sobre a sociedade como um todo, estimando o quanto desses incrementos serão repassados à sociedade e quais os impactos ambientais, positivos e negativos que resultariam de tal aperfeiçoamento.

Tendo em vista que a adoção da Q_{Indisp} como base de cálculo para a equação de lançamento não se apresenta como uma alternativa real para implementação na estrutura do sistema de cobrança, se faz necessária a realização de novos estudos para a elaboração de uma proposta de cobrança para o lançamento de efluentes que possua aspectos punitivos e reparatórios, mas que também, apresente uma real aplicabilidade e a possibilidade de aceitação dos usuários. É importante, também, a inclusão de novos parâmetros a serem considerados, a exemplo dos compostos não biodegradáveis, metais pesados, agrotóxicos e hormônios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA – Agência Nacional das Águas. **Resolução ANA nº 84, de 17 de abril de 2002.** Aprova a forma de aplicação e transferência aos Estados, Distrito Federal e Municípios, das dotações consignadas à ANA, no Orçamento Geral da União de 2002 e dá outras providências. Brasília: ANA - SAG, 2002.

ANA – Agência Nacional das Águas. **Resolução ANA nº 317, de 26 de agosto de 2003.** Institui o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH para registro obrigatório de pessoas físicas e jurídicas de direito público ou privado usuárias de recursos hídricos e dá outras providências. Brasília: ANA - SAG, 2003.

ANA – Agência Nacional das Águas. **Resolução ANA nº 707, de 21 de dezembro de 2004.** Dispõe sobre procedimentos de natureza técnica e administrativa a serem observados no exame de pedidos de outorga, e dá outras providências. Brasília: ANA - SAG, 2004.

ANA – Agência Nacional das Águas. **A Implementação da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos e Agência de Água das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.** Brasília: ANA - SAG, 2007.

ANA – Agência Nacional das Águas. **Nota Técnica nº 06/2010/SAG-ANA:** Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. 2010.

ANA – Agência Nacional das Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil:** 2013. Brasília: ANA, 2013a.

ANA – Agência Nacional das Águas. **Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos:** Cobrança por uso da água. v. 7. Brasília: ANA, 2013b.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Encarte Especial sobre a Crise Hídrica:** Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – Informe 2014. Brasília: ANA, 2015.

ACSELRAD, M. V., CARVALHO, G. B. B., THOMAS, P. T. A Cobrança pelo Uso da Água nas Bacias dos Rios Paraíba do Sul e PCJ em 2006: avaliação e evolução. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo – SP: **Anais do XVII SBRH**, 2007.

ARANHA, V. A. **Estudo de Condições Necessárias para a Eficácia da Cobrança na Gestão dos Recursos Hídricos.** Tese de Doutorado. Faculdade de Economia,

Administração, Contabilidade, Ciência da Informação e Documentação – FACE. Universidade de Brasília (UnB). Brasília - DF, 2006.

ASSIS, W. D.; RIBEIRO, S. N.; COSTA, F. F.; MACHADO, E. C. M. N. Gestão de conflitos pelo uso da água em uma bacia Hidrográfica através da otimização da alocação da vazão excedente. João Pessoa – PB: **Anais do SINGA**, 2013.

BAKKER, K. The Business of Water: Market Environmentalism in the Water Sector. **Environment and Resources**. Annual Review, 2014.

BCB – Banco Central do Brasil. **Séries de estatísticas consolidadas**. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/expectativas/publico/consulta/serieestatisticas>>. Acesso em Abril/2015, 2015.

BERTACCHINI, E. E. Coase, Pigou and the potato: Whither farmers' rights? **Ecological Economics**.v. 68, p. 183 – 193, 2008.

BRASIL. **Lei Federal nº. 9.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília – DF: D.O.U. de 02/09/1981. 1981.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília - DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. **Lei Federal nº. 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos hídricos. Brasília – DF: D.O.U. de 09/01/1997. 1997.

BRASIL. **Lei Federal nº. 9.984, de 17 de julho de 2000**. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Brasília – DF: D.O.U. de 18/07/2000, 2000.

BRASIL. **Lei Federal nº. 10.881, de 09 de junho de 2004**. Dispõe sobre os contratos de gestão entre a Agência Nacional de Águas e entidades delegatárias das funções de Agências de Águas relativas à gestão de recursos hídricos de domínio da União e dá outras providências. Brasília – DF: D.O.U. de 11/06/2004, 2004.

BRIGAGÃO, E. N. **Integração de análise econômica e financeira a sistemas de apoio a decisão de enquadramento, outorga e cobrança de recursos hídricos:** aplicação à bacia da barragem do rio Descoberto no Distrito Federal. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos). Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

CALLAN, S. J.; THOMAS, J. M. **Environmental Economics & Management:** Theory, Policy, and Applications. 6 ed. Cengage Learning, 2012.

CAP-NET - INTERNATIONAL NETWORK FOR CAPACITY BUILDING IN INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT. **Conflict Resolution and Negotiation Skills for Integrated Water Resources Management.** Training Manual. Rietfontein - South Africa: CAP-NET, 2008a.

CAP-NET - INTERNATIONAL NETWORK FOR CAPACITY BUILDING IN INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT. **Economia e Gestão Sustentável das Águas.** Manual de Capacitação e Guia Prático. CAP-NET, 2008b.

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.** Salvador – BA: CBHSF, 2004a.

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. **Deliberação CBHSF nº 16, de 30 de julho de 2004.** Dispõe sobre as diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos na Bacia do Rio São Francisco. Juazeiro – BA: CBHSF, 2004b.

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. **Deliberação CBHSF nº 18, de 27 de outubro de 2004.** Define limites, prioridades e critérios de alocação e outorga para usos externos à bacia, como parte integrante do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco. Juazeiro – BA: CBHSF, 2004c.

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. **Deliberação CBHSF nº 12, de 30 de julho de 2004.** Apresenta proposta de enquadramento dos corpos d'água estabelecidas no Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco. Juazeiro – BA: CBHSF, 2004d.

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. **Deliberação CBHSF nº 37, de 15 de maio de 2008.** Dispõe sobre, “Sugestões dos mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio São Francisco”. Paracatu – MG: CBHSF, 2008a.

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. **Deliberação CBHSF nº 40, de 31 de outubro de 2008.** Estabelece mecanismos e sugere valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio São Francisco. Maceió – AL: CBHSF, 2008b.

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. **Deliberação CBHSF nº 56, de 02 de dezembro de 2010.** Dispõe sobre critério complementar de cobrança para os usos externos das águas da bacia do Rio São Francisco, e revoga a Deliberação CBHSF 51, de 14 de maio de 2010. Maceió – AL: CBHSF, 2010.

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. **Atas das reuniões do comitê da bacia.** Disponível em: <http://cbhsaofrancisco.org.br/documentacao/atas/atas-das-plenarias/>. Acesso em Jun. 2015. 2015a.

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco:** Diagnóstico da dimensão técnica e institucional. Relatório Preliminar. Salvador – BA: CBHSF/NEMUS, 2015b.

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. **Informações gerais.** Disponível em: <http://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/>. Acesso em Jul. 2015. 2015c.

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. **Deliberação CBHSF nº 88, de 10 de dezembro de 2015.** Aprova o Plano de Aplicação Plurianual - PAP dos recursos da cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio São Francisco, referente ao período 2016 a 2018 e dá outras providências. Salvador – BA: CBHSF, 2015d.

CB-DOCE – Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Doce. **Deliberação CB-DOCE nº 26, de 31 de março de 2011.** Dispõe sobre mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Doce. Belo Horizonte – MG: CB-DOCE, 2011.

CCR Submédio SF – CÂMARA CONSULTIVA REGIONAL DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO. **Região do Submédio São Francisco.** Disponível em: <http://cbhsaofrancisco.org.br/ccrs/submedio-sao-francisco/>. Acesso em Jul. 2015.

CEIVAP – Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul. **Deliberação CEIVAP nº 08, de 06 de dezembro de 2001.** Dispõe sobre a Implantação da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos na Bacia do Rio Paraíba do Sul a partir de 2002. Resende – RJ: CEIVAP, 2001.

CEIVAP – Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul. **Deliberação CEIVAP nº 15, de 04 de novembro de 2002.** Dispõe sobre medidas complementares para a Implantação da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos na Bacia do Rio Paraíba do Sul a partir de 2002, em atendimento à Deliberação CEIVAP nº 08/2001. Resende – RJ: CEIVAP, 2002.

CEIVAP – Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul. **Deliberação CEIVAP nº 52, de 16 de setembro de 2005.** Define metodologia e critérios para a cobrança pelo uso das águas captadas, derivadas e transpostas da bacia do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu e dá outras providências. Guaratinguetá-SP: CEIVAP, 2005.

CEIVAP – Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul. **Deliberação CEIVAP nº 65, de 28 de setembro de 2006.** Estabelece mecanismos e propõe valores para a cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, a partir de 2007. Resende – RJ: CEIVAP, 2006.

CEIVAP – Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul. **Deliberação CEIVAP nº 218, 25 de setembro de 2014.** Estabelece mecanismos e propõe valores para a cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, a partir de 2015. Resende – RJ: CEIVAP, 2014.

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Instrumento de Gestão de Recursos Hídricos. Resumo Executivo. CGEE: Brasília – DF, 2014.

CHARNAY, B. A System Method for the Assessment of Integrated Water Resources Management (IWRM) in Mountain Watershed Areas: The Case of the “Giffre” Watershed (France). **Environmental Management**. v. 48, n. 1, p. 189-197, 2011.

CNPq/CT-HIDRO – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Projeto Sistema de Apoio a Decisão Hidro-Econômico para usos múltiplos da Água no Sub-Médio do São Francisco.** Recife – PE: CNPq, 2013.

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução CNRH nº 19, de 14 de março de 2002.** Brasília – DF: D.O.U., 2002.

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução CNRH nº 27, de 29 de dezembro de 2002.** Brasília – DF: D.O.U., 2002.

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução CNRH nº 52, de 28 de novembro de 2005.** Aprova os mecanismos e os valores para a cobrança pelo

uso dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Brasília – DF: D.O.U., 2005.

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução CNRH nº 64, de 07 de dezembro de 2006.** Aprova os valores e mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Brasília – DF: D.O.U., 2006.

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução CNRH nº 78, de 10 de dezembro de 2007.** Aprova a revisão dos mecanismos e ratifica os valores relativos à cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União da Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, e aprova a proposta de captações consideradas insignificantes para esta finalidade. Brasília – DF: D.O.U., 2007.

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução CNRH nº 108, de 13 de abril de 2010.** Aprova os valores e mecanismos para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Brasília – DF: D.O.U., 2010.

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução CNRH nº 123, de 29 de junho de 2011.** Aprova os valores e mecanismos para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Doce. Brasília – DF: D.O.U., 2011.

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução CNRH nº 140, de 21 de março de 2012.** Estabelece critérios gerais para outorga de lançamento de efluentes com fins de diluição em corpos de água superficiais. Brasília – DF: D.O.U., 2012.

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução CNRH nº 155, de 09 de junho de 2014.** Aprova novos valores para os PUB's da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União da Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Brasília – DF: D.O.U., 2014.

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução CNRH nº 162, de 15 de dezembro de 2014.** Aprova os valores e mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Brasília – DF: D.O.U., 2014.

COASE, R. H. The problem of social cost. **Journal of Law and Economics**, v. 3, p. 1-44, 1960.

COMITÊS PCJ – Comitês das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. **Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 025, de 21 de outubro de 2005.** Estabelece mecanismos e sugere os valores para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí e dá outras providências. São Paulo – SP: Comitês PCJ, 2005.

COMITÊS PCJ – Comitês das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. **Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 078, de 05 de outubro de 2007.** Aprova propostas de revisão dos mecanismos e de ratificação dos valores para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio da União nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí e dá outras providências. São Paulo – SP: Comitês PCJ, 2007a.

COMITÊS PCJ – Comitês das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. **Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 084, de 20 de dezembro de 2007.** Altera a Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ 078/07, que tratam da revisão dos mecanismos da cobrança “federal” PCJ. São Paulo – SP: Comitês PCJ, 2007b.

COMITÊS PCJ – Comitês das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. **Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 160, de 14 de dezembro de 2012.** Estabelece novos valores para os PUB's das cobranças pelo uso dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (Cobranças PCJ) e dá outras providências. São Paulo – SP: Comitês PCJ, 2012.

CONVERY, K. J. **Reflection-Shaping Water Policy: What Does Economics Have to Offer? Review of Environmental Economics and Policy**, volume 00, issue 0, p. 1–19, 2013.

DIVACAR, L.; BABEL, M.S.; PERRET, S.R.; GUPTA, A.D. Optimal allocation of bulk water supplies to competing use sectors based on economic criterion – An application to the Chao Phraya River Basin, Thailand. **Journal of Hydrology**. v. 401. p. 22-35, 2011.

DRAPER, S. E. Limits to water privatization. **Journal of Water Resources Planning and Management**. v. 134, n. 6, p. 493-503, 2008.

FINNEY, C. Water Abstraction Charges as a Water Management Tool. **Irrigation and Drainage**. v. 62, p. 477-487, 2013.

FOSTER, S.; AIT-KADI, M. Integrated Water Resources Management (IWRM): How does groundwater fit in? **Hydrogeology Journal**. v. 20, n. 3, p. 415-428, 2012.

GARRICK, D.; WHITTEN, S. T.; COGGAN, A. Understanding the evolution and performance of water markets and allocation policy: A transaction costs analysis framework. **Ecological Economics**. v. 88, p. 195-205, 2013.

GWP – GLOBAL WATER PATERNSHIP. **Integrated Water Resources Management** (IWRM).GWP, 2015.

HEERDEN, J.H.V.; BLIGNAUT, J.; HORRIDGE, M. Integrated water and economic modelling of the impacts of water market instruments on the South African economy. **Ecological Economics**. v. 66. p. 105-116. 2008.

IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Portaria nº 715/MINTER/IBAMA, de 20 de setembro de 1989. De enquadramento e nível de qualidade de água (classe) do rio São Francisco e tributários. Brasília – DF: IBAMA, 1989.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Índices de Preços ao Consumidor – IPCA**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca/ipca-inpc_201501_1.shtm>. Acesso em Abril/2015. 2015.

KARKKAINEN, T. Pennies from Heaven: Pricing Irrigation Water. **Research Repository**. Helsinki Univ. of Technology, Helsinki, Finland.2001.

KELMAN, J. Gerenciamento de recursos hídricos: outorga e cobrança. XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Vitória – ES: **Anais do XII SBRH**, 1997.

KNÜPPE, K. **The challenges facing sustainable and adaptive groundwater management in South Africa**.Water SA. v. 37, n. 1, 2011.

LI, W.; BERESFORD, M.; SONG, G. Market Failure or Governmental Failure? A Study of China's Water Abstraction Policies. **The China Quarterly**. v. 208, p. 951-969. 2012.

MASSARUTTO, A. Water Pricing and Full Cost Recovery of Water Services: Economic Incentive or Instrument of Public Finance? **Water Policy**. v. 9, pp. 591-613. 2007.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília – DF: MMA, 2006.

MORAES, M. M. G. A.; RIBEIRO, M. M. R.; WATKINS JR, D. W.; VIANA, J. H. N.; FIGUEIREDO, L. E. N.; SILVA, G. S., CARNEIRO, A. C. G. Integrated economic models to support decisions on water pricing in biofuel production river basins: three case studies from Brazil. **Biofuel, Bioprod. Bioref.** 2015.

NASCIMENTO, N. O.; HELLER, L. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento. Rio de Janeiro - RJ: **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2004.

OECD - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **On guiding principles concerning international economic aspects of environmental policies.** Paris: OECD, 1972.

OECD - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Economics Instruments for Environmental protection.** Paris: OECD, 1987.

OECD - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Pricing Water Resources and Water and Sanitation Services.** Paris: OECD, 2010.

OECD - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Water and Cities: Ensuring Sustainable Futures.** Paris - França: OECD Publishing – Studies on Water, 2015.

OLIVEIRA, M. J. L.; LUNA, R. M. O papel da alocação negociada de água na solução de conflitos em recursos hídricos: o caso do conflito pelo uso da água do Açude Santo Antônio de Aracatiaçu – CE. Bento Gonçalves – RS: **Anais do XX SBRH**, 2013.

PIGOU, A. C. **The Economics of Welfare.** Londres: Macmillan and Company, 1932.

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Rumo a uma Economia Verde: Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável e a Erradicação da Pobreza.** Síntese para Tomadores de Decisão. PNUMA, 2011.

PRAES, E. O. **Cobrança pelo uso dos recursos hídricos no rio São Francisco.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão – SE, 2014.

QIN, C.; JIA, Y.; SU, Z.; BRESSERS, H. T. A.; WANG, HAO. The economic impact of water tax charges in China: a static computable general equilibrium analysis. **Water International**. v. 37, p. 279-292, 2012.

REID, C.; WINPENNY, J.; HALL, A. Water Financing and Governance. **GWP TEC Background Paper** 12. 2008.

RIBEIRO, W. C. **Geografia política da água**. Coleção Cidadania e Meio Ambiente. São Paulo: Annablume, 2008.

ROGERS, P.; SILVA, R.; BHATIA, R. Water is an economic good: how to use prices to promote equity, efficiency and sustainability. **Water Policy**. 2002.

ROSENBERG, R.; MADEIRA, J. N. Mecanismos voluntários de pagamento por serviços ambientais: por que não ocorrem no Brasil? In: 50º Congresso da SOBER – Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Vitória – ES: **Anais do 50º Congresso da SOBER**, 2012.

SALZMAN, J. Creating markets for ecosystem services: notes from the field. **New York University Law Review**, v. 80, p. 870-961, 2005.

SANDS, P.; PELL, J.; FABRA, A.; MACKENZIE, R. **Principles of international environment law**. 3 ed. pp. 228–233. Cambridge University Press: New York, 2012.

SANTOS, B. B. M.; GUSMÃO, P. P. Ampliando o debate sobre a lei das águas: uma consideração sobre os conflitos socioambientais. Bento Gonçalves – RS: **Anais do XX SBRH**, 2013.

SANTOS, S.H.L. Política de cobrança de água: análise comparativa entre as metodologias de diferentes bacias hidrográficas do sudeste e do nordeste brasileiro. **Científica DR**, n. 3, jul/dez. 2012.

SANTOS, V. S. **Um modelo de otimização quali-quantitativo multiobjetivo para o planejamento dos recursos hídricos superficiais, com aplicação à bacia do rio Paraíba**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande – PB, 2007.

SEROA DA MOTTA, R. Valoração e precificação dos recursos ambientais para uma economia verde. **Economia Verde**. N. 8, p. 179-190, 2011.

SCHARDONG, A. **Aplicação de algoritmos evolucionários à gestão integrada de sistemas de recursos hídricos**. Tese de doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo - SP, 2011.

SILVESTRE, H. C.; GOMES, R. C. Regulatory politics in user prices: evidence for the Portuguese water industry. **Water Policy**. v. 18. 2016.

SOUZA FILHO, F. A.; PORTO, R. L. L. Mercado de Água e o Estado: Lições da Teoria dos Jogos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 13. n.4. p. 83-98. 2009.

SOUZA FILHO, F. A.; PORTO, R. L. L.; TEIXEIRA, J. N. P. G. Experimentação Comportamental em Mecanismos de Alocação de Água. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**.v. 13, n. 4, p. 69-81, 2008.

SOUZA, J. A.; RIBEIRO, M. M. R.; VIEIRA, Z. M. C. L. L. Gestão das Águas Subterrâneas no Estado da Paraíba: Proposta de Modelos de Cobrança. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 15, n. 4, p. 121-132, 2010.

SVENFELT, A.; ENGSTRÖM, R.; HÖJER, M. Use of explorative scenarios in environmental policy-making: Evaluation of policy instruments for management of land, water and the built environment. **Futures**. 2010.

TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity. **Mainstreaming the economics of nature**: a synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB. 2011.

VERA, L. H. A. **Atuação da cobrança pelo uso da água de domínio da união como Instrumento de gestão de recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do rio São Francisco**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Pernambuco. Recife – PE, 2014.

XENARIOS, S.; BITHAS, K. The Use of Environmental Policy Instruments for Urban Wastewater Control: Evidences from an International Survey. **Environmental Policy and Governance**.v.22, p. 14-26, 2012.

YASAMIS, F. D. Economic instruments of environmental management. **Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences**, v. 1, n. 2, p. 97-111, 2011.

ZHAO, J.; CAI, X.; WANG, Z. Comparing administered and market-based water allocation systems through a consistent agent-based modelling framework. **Journal of Environmental Management**. v. 123, p. 120-130, 2013.

APÊNDICES

Quadro 12 – Descrição das simulações do usuário de Irrigação.

Usuário	Etapa	Captação			Consumo			Lançamento			Total
		BC	PPU	Coeficiente	BC	PPU	Coeficiente	BC	PPU	Coeficiente	Coeficiente
Irrigação	1	Q_{Cap}	PPU_{Cap} (2016)	K_{Cap} Classe K_t	Q_{Cons}	PPU_{Cons} (2016)	K_t				$K_{Gestão}$
	2			K_{Classe} K_t			K_t				$K_{Gestão}$
	3			K_{Classe} K_t K_{Ag}							$K_{Gestão}$
	4										$K_{Gestão}$ K_{Disp} (Excedente)
	5										$K_{Gestão}$ K_{Disp} (Normal)
	6										$K_{Gestão}$ K_{Disp} (Crítica)

Parâmetros utilizado: Sistema de Cobrança atual

Parâmetros utilizado: Melhorias propostas

Quadro 13 – Descrição das simulações dos usuários de Indústria e Saneamento

Usuário	Etapa	Captação			Consumo			Lançamento			Total
		BC	PPU	Coeficiente	BC	PPU	Coeficiente	BC	PPU	Coeficiente	Coeficiente
Indústria Saneamento	1	Q_{Cap}	PPU_{Cap} (2016)	$K_{Cap\ Classe}$ K_t	Q_{Cons}	PPU_{Cons} (2016)	K_t	Q_{Indisp}	$PPU_{Lanç}$ (2016)	$K_{Lanç}$	$K_{Gestão}$
	2			K_{Classe} K_t K_{Ag}						K_{Classe} K_{Ag}	$K_{Gestão}$
	3									K_{Classe} K_{Ag} K_{Trat}	$K_{Gestão}$
	4										$K_{Gestão}$ K_{Disp} (Excedente)
	5										$K_{Gestão}$ K_{Disp} (Normal)
	6										$K_{Gestão}$ K_{Disp} (Crítica)

Parâmetros utilizado: Sistema de Cobrança atual

Parâmetros utilizado: Melhorias propostas

Quadro 14 – Descrição das simulações do usuário de Alocação Externa.

Usuário	Etapa	Equação Coeficiente	Etapa	Equação Coeficiente
Alocação Externa	1	$K_{Gestão}$ K_{Classe} $K_{Prioridade}$ (Prioritário)	5	$K_{Gestão}$ K_{Classe} $K_{Prioridade}$ (Não Prioritário)
	2	$K_{Gestão}$ K_{Classe} $K_{Prioridade}$ (Prioritário) K_{Disp} (Excedente)	6	$K_{Gestão}$ K_{Classe} $K_{Prioridade}$ (Não Prioritário) K_{Disp} (Excedente)
	3	$K_{Gestão}$ K_{Classe} $K_{Prioridade}$ (Prioritário) K_{Disp} (Normal)	7	$K_{Gestão}$ K_{Classe} $K_{Prioridade}$ (Não Prioritário) K_{Disp} (Normal)
	4	$K_{Gestão}$ K_{Classe} $K_{Prioridade}$ (Prioritário) K_{Disp} (Crítica)	8	$K_{Gestão}$ K_{Classe} $K_{Prioridade}$ (Não Prioritário) K_{Disp} (Crítica)

Parâmetros utilizado: Sistema de Cobrança atual

Parâmetros utilizado: Melhorias propostas